

3(52)  
2014

KWARTALNIK ISSN 1643-8779

# EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

## Biedronka azjatycka

/ Jaką rolę pełni niebiałkowy aminokwas u roślin i zwierząt?  
/ Laboratorium artysty – stworzenie *bio-artu* / Materiał dydaktyczny –  
edukujące owady / Artykuły z konferencji naukowej „Dydaktyka szkoły  
wyższej – okiem biologa i pedagoga”

NAUKA  
biologia  
geografia  
zdrowie  
chemia  
fizyka  
środowisko  
przyroda  
badania

- 3 Tomasz Kopczewski  
Allelopatia – czy rośliny potrafią się komunikować?
- 9 Paweł Staszek, Anna Antosik, Urszula Krasuska, Agnieszka Gniazdowska  
L-kanawanina – niebiałkowy aminokwas toksyczny dla zwierząt i roślin
- 18 Magdalena Lange, Agata Borowik  
Izolacja i hodowla mezenchymalnych komórek macierzystych szpiku kostnego w warunkach *in vitro* – techniczne aspekty
- 25 Krzysztof Kołtąj  
Biedronka azjatycka
- 31 Magdalena Lange  
Laboratorium artysty – stworzenie *bio-artu*

NAUKA – artykuły przede wszystkim o charakterze przeglądowym, adresowane do osób zainteresowanych naukami przyrodniczymi – dotyczą głównie zagadnień biologii i biochemii, ale mogą też obejmować problematykę pozostałych dyscyplin przyrodniczych. W naszym zamierzeniu mają zarówno dostarczyć rzetelną wiedzę, jak i skłonić do dyskusji, jakie treści i w jakiej formie warto proponować nauczycielom, by pomóc im w nauczaniu. Sprawia to, że dział ten ma charakter przede wszystkim pedagogiczny.

SZKOŁA  
jak uczyć  
narzędzia dydaktyczne  
pomysły  
scenariusze zajęć  
narzędzia w internecie  
jak zainteresować zadania

- 35 Eliza Rybska  
Projekt badawczy w projekcie edukacyjnym
- 42 Ligia Tuszyńska, Beata Gawrońska  
Dydaktyka szkoły wyższej – obowiązkowy przedmiot dla doktorantów
- 49 Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska, Elżbieta Rożej-Pabijan  
Problematyka różnorodności biologicznej w kształceniu studentów na kierunkach przyrodniczych
- 58 Katarzyna Kuś  
Woda – płynny skarb
- 65 Sebastian Pilichowski, Zbigniew Zawada  
The Educating Insects – edukujące owady
- 82 Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych IBE  
Nowe zadania PPP

SZKOŁA – artykuły lub materiały przedstawiające rozmaite źródła informacji (np. serwisy i kursy internetowe), uwarunkowania nauczania (m.in. prawne i społeczne), a także metody pracy z uczniami, konspekty i scenariusze lekcji. W każdym numerze – najnowsze zadania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE.

KRÓTKO  
recenzje  
wydarzenia  
informacje  
najnowsze odkrycia

- 89 Recenzja książki:  
*Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli Biologii*
- 91 Tydzień mózgu (Szczecin 2014) – relacja
- 93 Nowości ze świata nauki – *Małpia zabawa a prawa autorskie* (sprawa makaka, który zrobił słynne zdjęcie)

W ZAŁĄCZNIKU – MATERIAŁY

szukuje się ważne wydarzenie?  
poinformuj nas o nim  
[ebis@ibe.edu.pl](mailto:ebis@ibe.edu.pl)

KRÓTKO – recenzje (książek, a nawet płyt z muzyką), zapowiedzi wydarzeń i relacje z nich, depesze o nowościach ze świata nauki oraz dyskusje i komentarze.

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



## Redakcja

Redaktor naczelny: Takao Ishikawa

Sekretarz redakcji: Marcin Trepczyński

Redaktorzy merytoryczni:

Urszula Poziomek, Jolanta Korycka-Skorupa

Kontakt z redakcją i propozycje tekstów: [ebis@ibe.edu.pl](mailto:ebis@ibe.edu.pl)

Strona internetowa: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

Adres redakcji: ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

## Rada naukowa

przewodniczący Rady: prof. zw. dr hab. Adam Kołataj  
(Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Jastrzębiec),

zast. przewodniczącego: prof. dr hab. Katarzyna Potyrała  
(Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie),

a także: dr hab. Ondrej Hronec (Uniwersytet w Presowie, Słowacja),  
prof. dr hab. Daniel Raichvarg (Uniwersytet Burgundzki w Dijon,  
Francja), prof. dr hab. Valerij Rudenko (Wydział Geograficzny,  
Uniwersytet w Czerniowcach, Ukraina),  
prof. zw. dr hab. Wiesław Stawiński (emerytowany profesor  
Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie),  
dr Renata Jurkowska (Uniwersytet w Stuttgarcie, Niemcy),  
dr Paul Davies (Institute of Education, University of London)

Poza radą czasopismo posiada również zespoły doradcze oraz stałych recenzentów – zob. na stronie: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

## Wydawnictwo

Wydawca: Instytut Badań Edukacyjnych,  
ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

Projekt okładki: Marcin Broniszewski

Skład i łamanie: Marcin Trepczyński

czasopismo punktowane: 5 punktów,  
indeksowane w bazach CEJSH i Index Copernicus

wersją referencyjną czasopisma jest wydanie elektroniczne  
opublikowane na stronie: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

wszystkie artykuły z abstraktami są recenzowane

## Od redakcji

Takao Ishikawa

Szanowni Państwo,

za oknami zawitała jesień, a my z radością przekazujemy Państwu kolejny numer kwartalnika Edukacja Biologiczna i Środowiskowa.

Dział Nauka zaskoczy Państwa różnorodnością tematów. Do zaproponowania mamy artykuły dotyczące życia roślin – zjawiska allelopatii i roli niebiałkowego aminokwasu, L-kanawaniny. Ponadto dowiedzą się Państwo o inwazji biedronek azjatyckich oraz nowym nurcie w sztuce, czyli o zjawisku bio-art. Jeśli ciekawi są Państwo, jak współcześnie biolodzy prowadzą badania (np. izolując wybrane komórki z organizmu), zaspokoi ją artykuł pt. Izolacja i hodowla mezenchymalnych komórek macierzystych szpiku kostnego w warunkach in vitro – techniczne aspekty. Tytuł jest skomplikowany, ale nie powinien zniechęcić do lektury – zapewniam, że po przeczytaniu artykułu będą Państwo potrafili sobie lepiej wyobrazić, co biolog robi w laboratorium.

W dziale Szkoła znajdą Państwo trzy artykuły, które powstały

na podstawie wystąpień na konferencji naukowej „Dydaktyka szkoły wyższej – okiem biologa i pedagoga”, zorganizowanej przez Pracownię Dydaktyki Biologii Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Jeśli nie mieli Państwo okazji wziąć udziału w konferencji, lektura tych artykułów pozwoli nadrobić przynajmniej część zaległości.

Jak zwykle, dział Szkoła zawiera także materiały dydaktyczne, które mogą okazać się pomocne w dydaktyce przyrody lub biologii w szkole. W tym numerze znajdą Państwo scenariusz lekcyjny o wodzie, ide-

alny na zajęcia z przyrody, oraz materiały dydaktyczne do zajęć poświęconych owadom. Dodatkowo ciekawostką jest fakt, że ostatni materiał został przygotowany w języku polskim i angielskim. Bardzo Państwa zachęcam do namawiania zagranicznych współpracowników lub po prostu znajomych do odwiedzania strony internetowej EBiŚ i wykorzystywania artykułów i materiałów zamieszczanych na łamach naszego kwartalnika.

Życzę przyjemnej i owocnej lektury!

Takao Ishikawa



# Allelopatia – czy rośliny potrafią się komunikować?

Tomasz Kopczewski

zgodność z PP – zob. s. 8

## Streszczenie:

Czy komunikacja jest wyłącznie domeną organizmów zwierzęcych? Okazuje się, że nie. Również w świecie roślin funkcjonują mechanizmy przekazywania sygnałów. Co więcej, sygnały te mogą być wymieniane nie tylko między roślinami, ale również między roślinami i mikroorganizmami. Oddziaływania natury biochemicznej, w których jeden organizm wydzielając związki wpływające na wzrost i rozwój drugiego organizmu są nazywane allelopatią, a substancje te – allelozwiązkami. Odgrywają one rolę w interakcjach ekologicznych między organizmami, co stwarza możliwość ich wykorzystania w praktyce rolniczej, m.in. w biologicznych metodach walki z chwastami. Praca ta opisuje właściwości allelozwiązków i możliwości ich praktycznego zastosowania we współczesnym rolnictwie.

**Słowa kluczowe:** allelopatia, allelozwiązki, koliny, fitoncydy

otrzymano: 31.03.2014; przyjęto: 18.06.2014; opublikowano: 30.09.2014



**mgr Tomasz Kopczewski:** doktorant w Katedrze Fizjologii i Biochemii Roślin Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego;  
e-mail: tomkop@biol.uni.lodz.pl

## Wstęp

Rośliny zasiedlają określone nisze ekologiczne, gdzie podlegają interakcjom z innymi organizmami, w tym drobnoustrojami i sąsiadującymi roślinami. Zarówno rośliny, jak i mikroorganizmy charakteryzują się zdolnością do rejestrowania oraz emisji fizycznych i chemicznych sygnałów wymienianych między nimi a środowiskiem. Sygnały te mogą oddziaływać na nie zarówno pozytywnie jak i negatywnie, stymulując ich wzrost i rozwój, ale również hamując je i prowadząc do innych niekorzystnych zmian na poziomie metabolicznym i fizjologicznym.

Celem niniejszej pracy jest omówienie allelopatii – wzajemnych oddziaływań roślina-roślina, roślina-drobnoustrój oraz drobnoustrój-drobnoustrój za pośrednictwem produktów ich metabolizmu. Zwrócona zostanie uwaga na klasyfikację i drogi uwalniania do środowiska związków o potencjale allelopatycznym, a także ich działanie na określone organizmy i możliwość praktycznego wykorzystania allelopatii w rolnictwie.

## Czym jest allelopatia?

Już na początku XIX w. zaobserwowano, że coroczna uprawa jednego gatunku rośliny powoduje stopniowy spadek jej plonowania, co określano mianem „choroba glebowa”. W 1832 roku, szwajcarski botanik de Candolle za przyczynę tego zjawiska uznał wydzielanie przez rośliny do środowiska substancji toksycznych. Ponad sto lat później, w 1937 roku, po raz pierwszy w naukach botanicznych użyto terminu allelopatia. Pojęcie to, będące połączeniem dwóch greckich słów – *allelon* (wzajemny) oraz *pathos* (krzywda) wprowadził Hans Molisch na oznaczenie zjawiska wpływu jednej rośliny na drugą (Field i wsp., 2006). Obecnie każdy proces,

w który zaangażowane są przede wszystkim metabolity wtórne wytwarzane przez rośliny, mikroorganizmy i grzyby, najczęściej negatywnie wpływające na wzrost i rozwój systemów biologicznych określa się jako allelopatię (Gniazdowska i wsp., 2004). Do allelopatii nie zalicza się podstawowych interakcji ekologicznych takich jak konkurencja czy mutualizm, a także mechanizmów obronnych roślin, które związane są z produkcją związków o charakterze odstrasającym lub toksycznym dla zwierząt roślinożernych (Chengxu i wsp., 2011). Związki chemiczne pośredniczące w oddziaływaniach allelopatycznych zostały określone jako allelozwiązki (allelopatyny, allelopatyki) (Aldrich, 1997). Mogą one być wytwarzane i wydzielane zarówno przez rośliny, jak i drobnoustroje. Organizm, który syntetyzuje allelozwiązki i emituje je do środowiska określany jest donorem, ten zaś który podlega działaniu allelozwiązków nazywany jest akceptorem (Gniazdowska i wsp., 2004).

Wyróżnia się dwa podstawowe typy allelopatii: prawdziwą i funkcjonalną. Allelopatia prawdziwa to taka, w której wydzielone do środowiska związki bezpośrednio wpływają na inne organizmy. Allelopatia funkcjonalna natomiast polega na wydzielaniu związków, które swoją aktywność wykazują dopiero po modyfikacji chemicznej przez mikroorganizmy glebowe (Gniazdowska i wsp., 2004).

## Podział allelozwiązków

Obecnie znane związki chemiczne o potencjale allelopatycznym w większości należą do tzw. metabolitów wtórnych, czyli tych produktów metabolizmu roślinnego/drobnoustrojowego, które nie są bezpośrednio związane z podstawowymi procesami życiowymi, takimi jak wzrost, oddychanie komórkowe, czy fotosynteza u roślin. Pod względem struktury, metabolity te należą do wielu klas związków organicznych: od najprost-

szych, jak np. etylen, do bardzo złożonych, takich jak: triterpeny, flawonoidy i alkaloidy. Mogą to być także enzymy uczestniczące w szlakach metabolizmu wtórnego u drobnoustrojów (Bogatek i wsp., 2002).

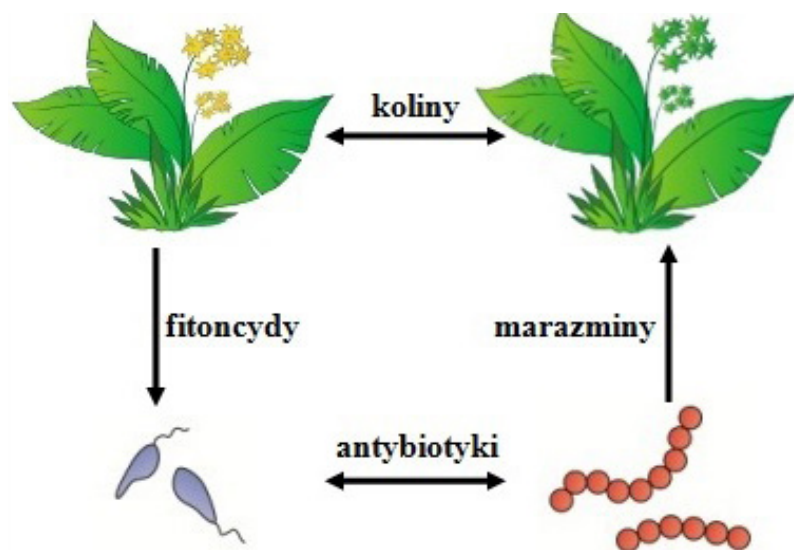
Istnieje kilka kryteriów klasyfikacji allelozwiązków. Pod względem charakteru oddziaływania można je podzielić na inhibitory i stymulatory (Siegień i wsp., 2008). Stwierdzono np., że 5-hydrokso-L-tryptofan, aminokwas niebiałkowy występujący w nasionach afrykańskiej rośliny bobowatej *Griffonia simplicifolia* hamuje kiełkowanie nasion innych gatunków roślin rosnących w pobliżu (Oleszek, 1997). Podobnie, asparagina, wydzielana przez siewki lucerny, hamuje wzrost siewek pszenicy i samej lucerny, co jest przejawem auto-

toksyczności występującej u tej rośliny (Oleszek i wsp., 1991). Z kolei w wydzielinach korzeniowych kiełkującego słonecznika i rzeżuchy wykryto lepidimoid – metabolit stymulujący wzrost hipokotyli szarłat, co stanowi rzadki przykład pozytywnego działania allelozwiązku na rośliny (Yamada i wsp., 1995).

Inny podział allelozwiązków oparty jest na wzajemnej relacji donor-akceptor. Allelozwiązki wydzielane przez rośliny wyższe i wywierające wpływ na inne rośliny nazywane są kolinami. Substancje pochodzenia roślinnego i wpływające na metabolizm mikroorganizmów są określane jako fitoncydy. Allelozwiązki wytwarzane przez mikroorganizmy i oddziałujące na rośliny wyższe to marazminy. Natomiast związki che-

miczne pośredniczące w oddziaływaniu biochemicznym między mikroorganizmami określane są jako antybiotyki (Gniazdowska i wsp., 2004) (ryc. 1).

Kryterium klasyfikacji allelozwiązków jest też ich rola ekologiczna. W oddziaływaniach wewnątrzgatunkowych wyróżnia się: autotoksyny (działają toksycznie na donor), autoinhibitory adaptacyjne (hamują wzrost i rozwój donora) oraz feromony (odpowiadają za komunikację między organizmami). Wśród allelozwiązków oddziałujących między dwoma różnymi gatunkami wyróżnia się natomiast allomony (wpływają korzystnie na donor), kairomony (korzystanie oddziałują na akceptor) i depresanty (są neutralne dla donora, natomiast ograniczają wzrost i rozwój akceptora) (Oleszek, 1996).

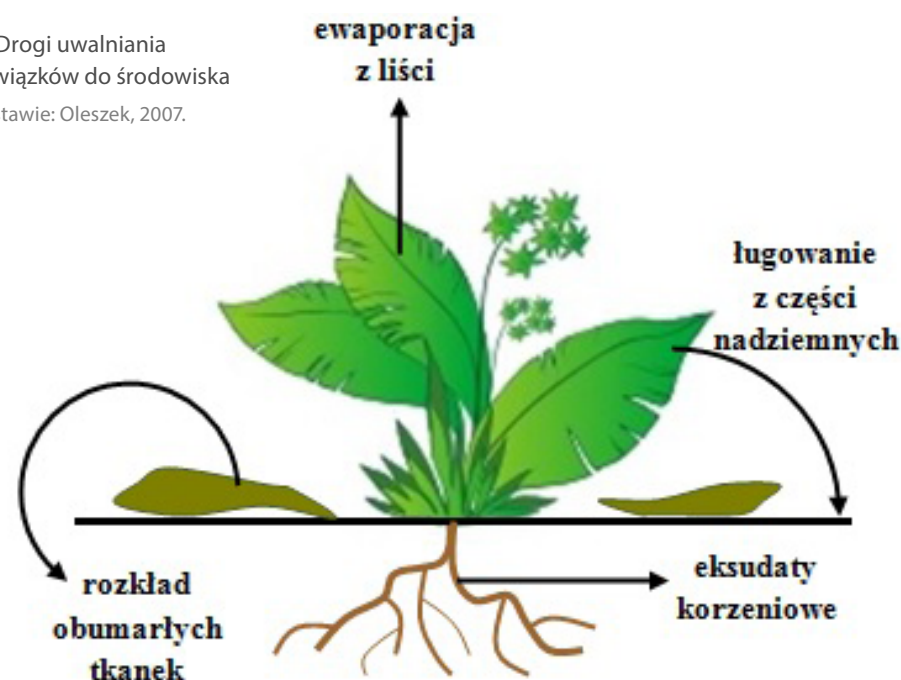


Ryc. 1. Podział allelozwiązków ze względu na organizm wydzielający (donor) i odbierający (akceptor)

Na podstawie: Gniazdowska i wsp., 2004.

Ryc. 2. Drogi uwalniania allelozwiązków do środowiska

Na podstawie: Oleszek, 2007.



## Drogi wydzielania allelozwiązków do środowiska

Związki o potencjale allelopatycznym mogą być uwalniane do otoczenia zarówno przez nadziemne części roślin, jak i korzenie. Najbogatsze źródło allelozwiązków, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym, stanowią liście (Bhadoria, 2011).

Można wyróżnić kilka sposobów uwalniania allelozwiązków przez roślinę do środowiska. O wydajności tego procesu w znacznym stopniu decydują warunki środowiska zewnętrznego. Allelozwiązki mogą przedostawać się do otoczenia na drodze ewaporacji, ługowania przez wodę opadową lub rosę, eksudacji lub uwalniania z obumierających tkanek (Oleszek, 1997) (ryc. 2). Ewaporacja polega na parowaniu lotnych związków, najczęściej olejków eterycznych, z włosków wydzielniczych na powierzchni rośliny, zwłaszcza po ich uszkodzeniu. Na takiej drodze do atmosfery dostają się m.in. terpenoidy (np. 1,8-cyneol, kamfora,  $\alpha$ -tujon, izotujon i  $\beta$ -tujon). Duże ilości olejków eterycznych, zwłaszcza z grupy monoterpenów, wydzielają do atmosfery rośliny z rodzaju Szałwia (*Salvia*), m.in.: *S. apiana* i *S. californica*. Allelozwiązki wydzielane przez te rośliny: kamfora,  $\alpha$ - i  $\beta$ -pinen oraz 1,8-cyneol wykazują zdolność hamowania wzrostu i rozwoju traw oraz roślin jednorocznych w promieniu do 6 m od obszaru, na którym rosną rośliny donora (Oleszek, 1997). Wiele allelozwiązków pochodzących z nadziemnych części roślin – np. prekursor juglonu (4-glukozyd 1,4,5-trihydroksynaftalenu), hydrochinon, umbeliferon, kwasy hydroksybenzoesowe i hydroksycynamonowe, garbniki, glikozydy i alkaloidy – dostaje się do środowiska drogą ługowania (Oleszek, 1996). Prekursor juglonu wydzielany przez liście, zewnętrzną część owocni i korzenie orzecha włoskiego (*Juglans regia*) ulega przekształceniu przez mikroorganizmy do toksycznego juglonu (allelopatia funkcjonalna), który

hamuje rozwój m.in. jabłoni, róży, pomidora i ogórka, wywołuje ich więdnienie i powolne obumieranie (Terzi i wsp., 2003). Stwierdzono, że juglon obniża aktywność  $H^+$ -ATPazy w plazmolemie komórek korzeni soi i kukurydzy (Hejl i Koster, 2004). Ponadto wykazano, że związek ten stymuluje generowanie reaktywnych form tlenu (RFT) prowadząc do powstania stresu oksydacyjnego u roślin. Uznaje się, że proces ten wywołany jest stymulacją przez juglon ekspresji genów kodujących oksydoreduktazy chinonowe biorące udział w enzymatycznym utlenianiu chinonów sprzężonym z wytwarzaniem RFT (Matvienko i wsp., 2001). Eksudacja, czyli wydzielanie różnych substancji przez system korzeniowy, umożliwia przedostawanie się do gleby takich allelozwiązków jak cukry, aminokwasy, kwasy organiczne, związki fenolowe, produkty hydrolizy glukozydów czy prekursor juglonu. Ze względu jednak na niski stopień rozprzestrzeniania się w glebie substancji wydzielanych przez system korzeniowy, działają one głównie w strefie korzeniowej (ryzosferze) (Bertin i wsp., 2003). Duży udział w ogólnej puli wydzielanych przez roślinę metabolitów trafiających do gleby mają allelozwiązki uwalniane z obumierających tkanek. Są to m.in. produkty hydrolizy glukozydów, kwas kofeinowy i kwas ferulowy (Gniazdowska i wsp., 2004).

## Właściwości wybranych allelozwiązków

Obecnie znanych jest ponad kilkanaście tysięcy organicznych związków chemicznych, najczęściej metabolitów wtórnych, które wykazują potencjał allelopatyczny. Poza działaniem toksycznym i zdolnością do hamowania wzrostu i rozwoju akceptora, allelozwiązki stanowią często dla roślin jeden z czynników biochemicznej obrony przeciw drobnoustrojom patogenicznym, zwłaszcza bakteriom i grzybom. W niniejszym rozdziale zostanie przedstawiona charakterystyka wy-

branych allelozwiązków uczestniczących w oddziaływaniach roślina-roślina i roślina-drobnoustrój.

Jednym z interesujących zagadnień jest rola kolin w procesie kiełkowania nasion, a także wzroście i rozwoju siewek (ryc. 1). Rośliny z rodziny kapustowatych syntetyzują glukozydolan, które akumulowane są w formie glikozydów i nie wykazują aktywności fizjologicznej. Jednak, w momencie uszkodzenia tkanki, następuje hydroliza glukozydolanów katalizowana przez myrozynazę. W efekcie, wytwarzane są m.in. olejki eteryczne hamujące kiełkowanie nasion i rozwój siewek różnych gatunków, np. pszenicy (Biały i wsp., 1990). Innym przykładem jest hamowanie wzrostu roślin wywołane przez produkty hydrolizy glikozydów cyjanogennych. Takie właściwości wykazują np. cyjanowodór i *p*-hydroksybenzaldehyd powstające podczas hydrolizy duryny występującej m.in. w tkankach lnu, wyki, sorgo, śliwy i migdałowca (Oleszek, 1997). Cyjanogeneza (zdolność uwalniania cyjanowodoru z tkanek roślin), zachodząca u niektórych gatunków (tzw. rośliny cyjanogenne) stanowi także dobrze poznany mechanizm ochrony przed roślinożercami ze względu na toksyczne działanie cyjanowodoru na organizmy zwierzęce. Dane literaturowe wskazują jednak, że może ona zwiększać podatność tych roślin na atak patogenów. Przykładowo, liście odmian drzewa kauczukowego (*Hevea brasiliensis*), odznaczających się wysoką zawartością glikozydów cyjanogennych są bardziej podatne na atak patogenicznego grzyba, *Microcyclus ulei* niż liście odmian o niższej zawartości tych związków. Jest to związane z hamowaniem przez cyjanowodór syntezy skopoliny – fitoaleksyny wykazującej właściwości obronne przeciw patogenom. Z drugiej strony wykazano, że liście jęczmienia, w których nie dochodzi do uwalniania cyjanowodoru wykazują większą podatność na porażenie przez mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) niż liście transgenicznych roślin jęczmienia,



u których aktywny jest gen glukozydazy, jednego z enzymów zaangażowanych w powstawanie cyjanowodoru w wyniku hydrolizy glikozydów cyjanogennych (Siegień, 2007).

Dowiedziano również, że allelozwiązki wytwarzane przez żyto hamują wzrost wydłużeniowy i podziały komórkowe u ogórka oraz cebuli. Takie działanie wykazują m.in. kumaryny, należące do związków fenolowych (Burgos i wsp., 2004). Z kolei niektóre kwasy fenolowe, takie jak kwas *p*-hydroksybenzoesowy, *p*-kumarowy czy ferulowy zmieniają potencjał osmotyczny błony komórkowej, co negatywnie wpływa na pobieranie składników mineralnych zarówno przez korzenie roślin rosnących w bliskim otoczeniu donorów wymienionych kwasów, jak i korzenie samych donorów, co stanowi przykład autotoksyczności (Inderjit i Duke, 2003).

Ciekawym przykładem negatywnego wpływu jednych gatunków roślin na inne jest wydzielanie kolin przez tzw. rośliny inwazyjne. Są to gatunki, które posiadają szczególnie nasiloną zdolność kolonizacji (naturalnie lub z udziałem człowieka) nowych obszarów, konkurując przy tym z roślinami pierwotnie zasiedlającymi dany teren. W Polsce do gatunków inwazyjnych zalicza się np. barszcz Sosnowskiego (*Heracleum Sosnowskyi*), rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*), czeremchę amerykańską (*Prunus serotina*) i robinie akacjową (*Robinia pseudoacacia*). Wydzielanie kolin przez gatunki inwazyjne prowadzi do wypierania roślin miejscowych i coraz większej ekspansji wzmiankowanych gatunków, co zagraża bioróżnorodności (Gniazdowska, 2005).

Nie wszystkie koliny działają jednak jako inhibitory wzrostu i rozwoju roślin. Znane są także allelozwiązki wydzielane przez rośliny, które stymulują wzrost innych roślin. Stanowią one jednak grupę nieliczną w porównaniu z allelozwiązkami działającymi hamująco. Przykładem może być najprostszy alken – eten (etylen). Wśród wielu właściwości przypisuje mu się rolę stymulatora

kiełkowania nasion (Singh i wsp., 2003). Interesującym przykładem jest także policykliczny lakton – strigol. Nasiona *Striga asiatica*, rośliny będącej półpasożytem korzeni traw tropikalnych oraz roślin uprawnych z rodziny wiechlinowatych, zdolne są do kiełkowania nawet po wieloletnim spoczynku, jeśli tylko w podłożu znajdzie się wydzielony przez roślinę gospodarza strigol. Przykładowo, kukurydza i ryż wydzielają do podłoża strigol stymulujący wytworzenie przez *S. asiatica* haustorium umożliwiającego wrastanie w korzeń rośliny-żywiciela i pobieranie jego metabolitów potrzebnych do budowy własnych tkanek (Haupt i wsp., 2001, Goufo i wsp., 2014).

Oddziaływanie na drodze biochemicznej dotyczy również interakcji między roślinami a drobnoustrojami. Przykładem allelozwiązków działających na mikroorganizmy mogą być flawonoidy syntetyzowane przez bobowate (ryc. 1). Związki te pośredniczą w zasiedlaniu korzeni bobowatych przez bakterie wiążące azot atmosferyczny (m.in. z rodzaju *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*) indukując ekspresję tzw. genów *nod* (ang. *nodule* – brodawka) u różnych gatunków tych bakterii. Geny *nod* kodują białka odpowiedzialne za syntezę i transport cząsteczek sygnałowych, określanych jako czynniki Nod, zaangażowanych w proces tworzenia u bobowatych brodawek korzeniowych, które pełnią rolę środowiska bytowania bakterii wiążących azot, umożliwiając im jednocześnie pozostawanie w ścisłym układzie symbiotycznym z rośliną – gospodarzem (Geurts i Bisseling, 2002). Flawonoidy wydzielane do środowiska są odpowiedzialne za specyficzne interakcje roślina-drobnoustrój: określony gatunek rośliny wydzielą flawonoidy regulujące ekspresję genów *nod* u określonego drobnoustroju. Przykładowo, luteolina stymuluje kolonizację korzeni lucerny przez *Rhizobium meliloti*, hesperytyna natomiast inicjuje zasiedlanie korzeni wyki i grochu przez *R. leguminosarum* (Oleszek, 1997).

Mikroflora zasiedlająca korzenie roślin może wywierać zarówno negatywny jak i pozytywny wpływ na ich wzrost. Do mikroorganizmów oddziałujących negatywnie (DRMO, ang. *Deleterious Rhizosphere MicroOrganisms*) zaliczane są naturalne patogeny roślin, np. *Pseudomonas syringae*, *Aspergillus niger*, *Fusarium moniliforme* i *Penicillium charlessii*, wytwarzające fitotoksyny niszczące system obrony roślin przed patogenami. Innym przykładem DRMO jest grzyb *Alternaria mali* rozwijający się na korzeniach jabłoni. Patogen ten wydziela toksynę AM, która hamuje rozwój zainfekowanej rośliny. Do mikroorganizmów wpływających pozytywnie na metabolizm roślin (PGPR, ang. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) należą natomiast takie drobnoustroje jak *P. fluorescens* i *Bacillus subtilis*, a także bakterie z rodzaju *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* i *Frankia*, jak również wiele gatunków grzybów mikoryzowych. Wytwarzane przez te organizmy marazminy chronią rośliny przed atakiem patogenów i stanowią dla nich składniki odżywcze (Chunje i wsp., 2002).

## Praktyczne wykorzystanie allelopatii

Możliwość wykorzystania oddziaływań allelopatycznych w celu poprawy kondycji roślin uprawnych, zwiększenia plonu czy eliminacji szkodników, chwastów i chorób wywoływanych przez mikroorganizmy patogeniczne jest atrakcyjną perspektywą dla nowoczesnego rolnictwa chociażby ze względu na możliwość zastąpienia stosowanych od lat chemicznych środków ochrony roślin.

Zastosowanie allelozwiązków w ochronie roślin przed zwierzętami roślinożernymi i pasożytniczymi nie wykorzystuje bezpośrednio oddziaływań allelopatycznych (w definicji allelopatii nie wspomina się o interakcji ze zwierzętami). Wskazuje się jednak na możliwość prowadzenia równoległych upraw roślin ważnych

gospodarczo z gatunkami wydzielającymi toksyczne dla zwierząt związki o potencjale allelopatycznym, bądź też związki działające odstrasżająco, a nawet allelozwiązki (tzw. atraktanty) przywabiające naturalnych wrogów szkodników roślinnych (Kloen i Altieri, 1990). Prowadzone są także badania nad możliwością transferu genów związanych z syntezą lub uwalnianiem allelozwiązków występujących u gatunków dzikich do roślin uprawnych (Oleszek, 1997).

Odrębnym zagadnieniem jest wykorzystanie allelozwiązków w walce z chwastami. Powszechnie uważa się, że chwasty są roślinami wyłącznie negatywnie oddziałującymi na rośliny uprawne, jednak część z nich odgrywa również rolę pozytywną. Niektóre chwasty przyczyniają się do ochrony gleb przed erozją, poprawiają ich żyzność, a także korzystnie wpływają na stan mikroflory glebowej. Co więcej, część chwastów pozytywnie wpływa na stan upraw wielu roślin ważnych gospodarczo poprzez wydzielanie allelozwiązków hamujących wzrost innych chwastów. Ponadto, niektóre rośliny uprawne, takie jak: owies, ogórek czy kukurydza wydzielają do środowiska allelozwiązki hamujące rozwój chwastów. Stwarza to możliwość prowadzenia równoległych upraw wymienionych roślin uprawnych z roślinami wrażliwymi na wpływ chwastów (Gniazdowska i wsp., 2004). Warto również wspomnieć o możliwości zastosowania tzw. bioherbicydów – zarodników grzybów patogenicznych (mykoherbicydy) i bakterii, a także alleloherbicydów – związków chemicznych wyizolowanych z drobnoustrojów lub roślin, które wykazują wysoki potencjał allelopatyczny i mogą służyć zwalczaniu chwastów bez konieczności stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Bioherbicydy znajdują zastosowanie w niszczeniu chwastów inwazyjnych, blisko spokrewnionych z gatunkami uprawnymi, odpornych na działanie herbicydów lub ich niskie dawki (Stokłosa, 2006).

Wreszcie, należy zaznaczyć, że dwa gatunki roślin uprawnych mogą wpływać na siebie zarówno negatywnie, jak i pozytywnie poprzez wydzielanie związków o potencjale allelopatycznym, dlatego prowadzenie tzw. hodowli mieszanych może podnieść plonowanie niektórych roślin istotnych z gospodarczego punktu widzenia. Stwierdzono np., że niektóre dyniowate, takie jak ogórek, dynia i kabaczek hamują plonowanie ziemniaka. Natomiast fasola, kukurydza i len działają na ten gatunek pozytywnie. Podobnie, bazylija korzystnie wpływa na uprawę pomidora poprzez wydzielanie allelozwiązków odstrasżających naturalne szkodniki tej rośliny (Oleszek, 1997).

Oprócz praktycznego wykorzystania allelopatii w podnoszeniu plonowania roślin poprzez prowadzenie upraw gatunków ważnych gospodarczo równoległe z uprawami tzw. „pożytecznych chwastów”, wskazuje się również na rolę oddziaływań allelopatycznych w uprawach monokulturowych. Dopływ stałego zestawu metabolitów (m.in. związków fenolowych i fitotoksyn) do gleby, wywołany coroczną uprawą na danym areale tego samego gatunku rośliny prowadzi do wielu niekorzystnych zmian we właściwościach gleby, co określa się mianem syndromu zmęczenia gleby. Ujednolicenie składu chemicznego i rodzaju rozkładającej się biomasy w glebie niekorzystnie wpływa na uprawę kolejnych gatunków roślin i metabolizm pożytecznych drobnoustrojów glebowych. Na glebach zmęczonych mikroorganizmy wytwarzają więcej toksycznych metabolitów wtórnych, które dodatkowo pogorszą kondycję gleb. Identyfikacja toksycznych allelozwiązków i opracowanie metod ich usuwania lub degradacji stanowi wyzwanie dla wielu dziedzin współczesnej nauki i stwarza możliwość ograniczenia negatywnych skutków wywołanych wieloletnią uprawą monokulturową na danym obszarze (Wójcik-Wojtkowiak, 1990).

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się także zjawisku tzw. allelopatii indukowanej. Wykazano, że egzogenne traktowanie niektórych roślin uprawnych określonymi metabolitami wywołuje wzrost wydajności syntezy allelozwiązków w tkankach tych roślin i ich zwiększoną odporność na stres biotyczny, zwłaszcza związany z atakiem zwierząt roślinożernych lub obecnością chwastów. Przykładowo dowiedziono, że w liściach ryżu traktowanych egzogennym kwasem salicylowym dochodzi do wzrostu poziomu transkryptu genu kodującego amoniakoliazę L-feniloalaniny (PAL), enzymu zaangażowanego w biosyntezę fenylopropanoidów – metabolitów wtórnych biorących udział w powstawaniu odporności roślin na stres. W konsekwencji, po aplikacji kwasu salicylowego, dochodzi do wzmożonej syntezy allelozwiązków u ryżu, co stanowi klasyczny przykład wspomnianej allelopatii indukowanej (Fang i wsp., 2009).

## Podsumowanie

Rośliny, aby przetrwać w środowisku naturalnym, wykształciły wiele mechanizmów obronnych, w tym zdolność syntezy i wydzielania związków o potencjale allelopatycznym. Ustalonych kryteriów podziału allelozwiązków jest wiele, podobnie jak liczne są drogi ich uwalniania do środowiska. Wydzielanie substancji o potencjale allelopatycznym do otoczenia może hamować lub promować rozwój organizmów roślinnych lub drobnoustrojów. Co więcej, wpływ allelozwiązków na dany organizm jest uzależniony zarówno od ich charakteru chemicznego, jak i od gatunku, na który oddziałują, a ich uwalnianie przez rośliny wyższe zależy od wielu czynników środowiskowych.

Allelopatia może być praktycznie wykorzystana w nowoczesnym rolnictwie. Równoległe prowadzenie



upraw roślin, z których jedna korzystnie oddziałuje na drugą stwarza możliwość ograniczenia użycia chemicznych środków ochrony roślin, co w dalszej przyszłości może odnieść pozytywny skutek w postaci produkcji większej ilości zdrowej, pozbawionej pestycydów żywności.

## Literatura

- Aldrich RJ (1997). Allelopatia w kierowaniu odchwaszczeniem. W: *Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Podstawy zwalczania chwastów*. Opole: 207-231.
- Bertin C, Yang X, Weston LA (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*. 256:67-83.
- Biały Z, Oleszek W, Lewis J, Fenwick GR (1990). Allelopathic potential of glucosinolates (mustard oil glycosides) and their degradation products against wheat. *Plant and Soil*. 129:277-281.
- Bhadoria PBS (2011). Allelopathy: a natural way towards weed management. *American Journal of Experimental Agriculture*. 1:7-20.
- Bogatek R, Oracz K, Bailly C, Come D, Corbinau F, Gawroński SW (2002). Induction of oxidative stress by sunflower allelopathics in germinating mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. W: *Third World Congress on Allelopathy – Abstracts*. Fujita Y, Hiradate S, Araya H (red.). Tsukuba, Japan: 158.
- Burgos NR, Talbert RE, Kim KS, Kuk YI (2004). Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). *J. Chem. Ecol.* 30:671-689.
- Chengxu W, Mingxing Z, Xuhui C, Bo Q (2011). Review on allelopathy of exotic invasive plants. *Procedia Engineering*. 18:240-246.
- Chunjie T, Xingyuan H, Yang Z, Jiakuan C (2002). Effects of VA mycorrhizae and Frankia dual inoculation on growth and nitrogen fixation of *Hippophae tibetana*. *Forest Ecology and Management*. 170:307-312.
- Fang C-X, Xiong J, Qiu L, Wang H-B, Song B-Q, He H-B, Lin R-Y, Lin W-X (2009). Analysis of gene expressions associated with increased allelopathy in rice (*Oryza sativa* L.) induced by exogenous salicylic acid. *Plant Growth Regul.* 57:163-172.
- Field B, Jordán F, Osbourn A (2006). First encounters – deployment of defence-related natural products by plants. *New Phytologist*. 172:193-207.
- Geurts R, Bisseling T (2002). *Rhizobium* Nod factor perception and signalling. *The Plant Cell*. 14:239-249.
- Gniazdowska A (2005). Oddziaływania allelopatyczne – „nowa broń” roślin inwazyjnych. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*. 54:221-226.
- Gniazdowska A, Oracz K, Bogatek R (2004). Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*. 53:207-217.
- Goufo P, Pereira J, Moutinho-Pereira J, Correia C, Figueiredo N, Carranca C, Rosa E, Trindade H (2014). Rice (*Oryza sativa* L.) phenolic compounds under elevated carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration. *Environmental and Experimental Botany*. 99:28-37.
- Haupt S, Oparka KJ, Sauer N, Neumann S (2001). Macromolecular trafficking between *Nicotina tabacum* and the holoparasite *Cuscuta reflexa*. *Journal of Experimental Botany*. 52:173-177.
- Hejl AM, Koster KL (2004). Juglone disrupts root plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity and impairs water uptake, root respiration, and growth in soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). *J. Chem. Ecol.* 30:453-472.
- Inderjit P, Duke SO (2003). Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*. 217:529-539.
- Kloen H, Altieri MA (1990). Effect of mustard (*Brassica hirta*) as a non-crop plant on competition and insect pests in broccoli (*Brassica oleracea*). *Crop Protection*. 9:90-96.
- Matvienko M, Wojtowicz A, Wrobel R, Jamison D, Goldwasser Y, Yoder JI (2001). Quinone oxidoreductase message levels are differentially regulated in parasitic and non-parasitic plants exposed to allelopathic quinines. *Plant J.* 25:375-387.
- Oleszek W (1996). Allelopatia – rys historyczny, definicja, nazewnictwo. W: *Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii*. Materiały Konferencyjne IUNG. Puławy: 5-15.
- Oleszek W (1997). Allelopatia. W: *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin*. Jankiewicz L (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 249-272.
- Oleszek W, Jurzysta M, Górski P (1991). Alfalfa saponins – the allelopathic agents. W: *Allelopathy: Basic and applied aspects*. Rizvi SJH, Rizvi V (red.). Chapman and Hall, London: 151-167.
- Siegień I (2007). Cyjanogeneza u roślin i jej efektywność w ochronie roślin przed atakiem roślinożerców i patogenów. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*. 56:155-166.
- Siegień I, Trocka A, Bosa K, Bogatek R, Gniazdowska A (2008). Potencjał allelopatyczny słonecznika. *Postępy Nauk Rolniczych*. 6:55-71.
- Singh HP, Batish DR, Kohli RK (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22:239-311.
- Stokłosa A (2006). Bioherbicydy i alleloherbicydy w walce z chwastami. *Postępy Nauk Rolniczych*. 6:41-50.
- Terzi I, Kocaalişkan I, Benlioğlu O, Solak K (2003). Effects of juglone on growth of cucumber seedlings with respect to physiological and anatomical parameters. *Acta Physiologiae Plantarum*. 25:353-356.
- Wójcik-Wojtkowiak D, Politycka B, Schneider M, Perkowski J (1990). Phenolic substances as allelopathic agents arising during the de-

gradation of rye (*Secale cereale*) tissues. *Plant and Soil*. 124:143-147.

Yamada K, Anai T, Hasegawa K (1995). Lepidimoide, an allelopathic substance in the exudates from germinated seeds. *Phytochemistry*. 39:1031-1032.

## Allelopathy – can plants communicate one another?

Tomasz Kopczewski

Is communication the exclusive attribute of animals? It turns out that it is not. Mechanisms of signal transduction also exist in the world of plants. What's more, these signals can be exchanged not only between plants but also between plants and microorganisms. Biochemical interactions in which one organism secretes compounds negatively or positively influencing the growth and development of another organism, are called allelopathy and the compounds – allelochemicals. They play a significant role in ecological interactions between organisms, which gives the possibility to apply allelochemicals in agricultural practice, e.g. in biological methods of dealing with weeds. This paper describes the characteristics of allelochemicals as well as the possibilities of their practical application in modern agriculture.

**Key words:** allelopathy, allelochemicals, collins, phytocides

## Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji
- V. Rozumowanie i argumentacja

Treści nauczania:

VII. Ekologia

- 3.2. przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej...
- 3.7. wykazuje rolę zależności mutualistycznych...

# L-kanawanina – niebiałkowy aminokwas toksyczny dla zwierząt i roślin

Paweł Staszek, Anna Antosik, Urszula Krasuska, Agnieszka Gniazdowska

zgodność z PP – zob. s. 17

## Streszczenie:

Oddziaływania biochemiczne pomiędzy sąsiadującymi roślinami określa się mianem allelopatii. Najczęściej mają one charakter negatywny, z uwagi na toksyczność allelopatin – związków produkowanych przez rośliny. L-kanawanina należy do tzw. aminokwasów niebiałkowych, jest analogiem (antymetabolitem) L-argininy. L-kanawanina jest syntetyzowana w tkankach roślin bobowatych i pełni funkcję dodatkowego źródła azotu lub związku odstraszaającego roślinożerne owady. W pracy omówiono metabolizm L-kanawaniny, rolę L-kanawaniny w oddziaływaniach roślin-owad oraz prawdopodobny mechanizm toksyczności tego aminokwasu w organizmach roślinnych.

**Słowa kluczowe:** allelopatia, allelozwiązek, niebiałkowy aminokwas, toksyczność

otrzymano: 12.06.2014; przyjęto: 4.09.2014; opublikowano: 30.09.2014

## Czym jest allelopatia?

Wzajemne oddziaływania pomiędzy roślinami obserwowane są od wieków zarówno w naturalnych jak i antropogenicznych ekosystemach. Mimo dostrzeżenia zarówno przykładów negatywnego jak i korzystnego sąsiedowności roślin, większe zainteresowanie budzą te niekorzystne. Zjawisko allelopatii określa oddziaływanie w obrębie wszystkich klas roślin oraz mikroorganizmów, za pośrednictwem związków chemicznych. Termin ten został wprowadzony do literatury naukowej przez austriackiego fizjologa roślin Hansa Molischa w 1937 roku. Wywodzi się on z greckich słów: *allelo* (wzajemne) i *pathos* (odczuwanie, cierpienie) (Wójcik-Wojtkowiak i wsp., 1998). Współcześnie funkcjonująca definicja została sprecyzowana podczas Pierwszego Światowego Kongresu Allelopatii (1996), gdzie allelopatię określono jako każdy proces, w który są zaangażowane wtórne metabolity, wytwarzane przez rośliny, mikroorganizmy i grzyby, mające wpływ na wzrost i rozwój systemów biologicznych i rolniczych (Gniazdowska i wsp., 2004). Związki allelopatyczne (allelozwiązki, allelopatiny) są bardzo zróżnicowane strukturalnie i należą do różnych klas organicznych związków chemicznych (Jasicka-Misiak, 2009). Często mają budowę pierścieniową (zawierają jeden lub więcej pierścieni). Wśród związków allelopatycznych znajdują się m.in.: chinony (np. sorgoleon, juglon), laktony (np. kumaryna, skopoletyna, umbeliferon), terpeny (np. geraniol, kam-

fora,  $\alpha$ -pinen, farnezan, artemizynina) (tab. 1) (Vyvyan, 2002). Mówiąc o allelopatii należy zawsze rozróżniać tzw. rośliny donorowe, tzn. te, które są źródłem allelozwiązków, oraz rośliny akceptorowe, w których objawia się efekt działania allelozwiązku. Ciekawostką jest występowanie zjawiska autoallelopatii, a więc toksyczności dotyczącej osobników tego samego gatunku (Sołtys i wsp., 2010).

Allelozwiązki roślinne stanowią również element biochemicznej obrony roślin przed roślinożernymi owadami. Dorosłe owady oraz larwy podgryzają np. związki kwiatów, powodując ich opadanie. Żerują na niedojrzałych strąkach i nasionach różnych gatunków roślin, np. warzyw strączkowych, powodując uszkodzenia zarodków. W uprawie fasoli szkodniki przez nakłuwanie liścieni wywołują tzw. ospowatość nasion, co sprawia, że są one nieprzydatne zarówno do siewu, jak i do konsumpcji (Szafrowska i Kłosowski, 2008). Niektóre allelozwiązki działają odstraszaąco już podczas wyboru roślin przez owady, dzięki czemu nie dochodzi do ich zasiedlenia, żerowania, złożenia jaj lub ukrycia się. Jedną z aktywniejszych grup allelozwiązków wykazujących szkodliwość wobec owadów są związki fenolowe. W obecności tych substancji dochodzi do podwyższenia aktywności peroksydaz i oksydaz fenolowych, co sprzyja nagromadzeniu się dużych ilości polifenoli oraz chinonów, których wysoka zawartość obniża wartość pokarmową roślin dla żerujących owadów (Leszczyński, 2001; Malinowski, 2008).

## Jakie rośliny charakteryzuje wysoki potencjał allelopatyczny?

Do roślin o wysokim potencjale allelopatycznym należą niektóre rośliny uprawne. Spośród powszechnie znanych roślin uprawnych do silnie allelopatycznych zaliczany jest słonecznik (*Helianthus annuus* L.), sorgo



**lic. Paweł Staszek:** Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa



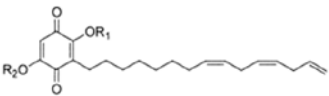
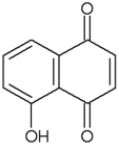
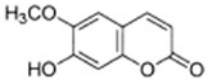
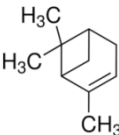
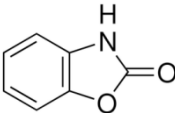
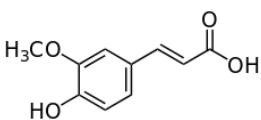
**mgr Anna Antosik:** Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa



**dr Urszula Krasuska:** Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa



**dr hab. Agnieszka Gniazdowska:** Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Allelozwiązek/ grupa allelozwiązków	Roślina donorowa	Wzór chemiczny
Sorgoleon (chinon)	Sorgo cukrowe ( <i>Sorghum bicolor</i> L.)	
Juglon (chinon)	Orzech czarny ( <i>Juglans nigra</i> L.)	
Skopoletyn (lakton)	Nostrzyk, biały ( <i>Melilotus albus</i> Medik.)	
α-pinen (terpen)	Bylica pospolita ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	
2-benzoksazolinon (BOA) (kwas hydroksamowy)	Żyto zwyczajne ( <i>Secale cereale</i> L.)	
Kwas ferulowy (kwas fenolowy)	Ogórek siewny ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	

(*Sorghum bicolor* L.), gryka (*Fagopyrum esculentum* Moench.), a także lucerna (*Medicago sativa* L.) (Kaczmarek, 2009). Znaczny potencjał allelopatyczny posiadają również zboża: żyto (*Secale cereale* L.), pszenica (*Triticum aestivum* L.), jęczmień (*Hordeum vulgare* L.), ryż (*Oryza sativa* L.). Od wieków znane jest niekorzystne oddziaływanie na inne rośliny drzew z rodziny orzechowatych (*Juglandaceae*). Typowym przykładem jest orzech czarny (*Juglans nigra* L.) wytwarzający juglon

(5-hydroksy-1,4-naftochinon), który wydzielany do gleby już w stężeniu 1 μM hamuje wzrost roślin wielu sąsiadujących gatunków (Leszczynski i wsp., 2012). Silny potencjał allelopatyczny wykazuje też szereg pospolitych chwastów, np. należących do rodzaju *Artemisia*. Rośliny te wytwarzają olejki eteryczne (kamforę, kamfen, cyneol, α,β-pinen), a także artemizininę. Z kolei, w wydzielinach korzeniowych perzu właściwego (*Agropyron regens* L.) zidentyfikowano szereg innych allelo-

Tab. 1. Przykłady popularnych związków allelopatycznych o różnorodnej budowie chemicznej

Oprac. własne, na podst.: Vyvyan, 2002.

związków, m.in. kwasy fenolowe (wanilinowy, 4-hydrocynamonowy, ferulowy) także kwasy hydroksamowe np. DIBOA (2,4-dihydroksy-1,4(2H)benzoksazyn-3-on) (Gniazdowska, 2007).

Intensywność syntezy związków allelopatycznych zależy od uwarunkowań genetycznych organizmu, gdyż w obrębie jednego gatunku mogą występować odmiany charakteryzujące się różnym potencjałem allelopatycznym. Dodatkowo, ilość produkowanych i wydzielanych do środowiska allelopatin jest uzależniona od warunków środowiskowych (Politycka i Wójcik-Wójtowski, 2001; Gniazdowska i wsp., 2004). Większe wytwarzanie związków allelopatycznych obserwuje się podczas niedoboru składników mineralnych, stresu suszy i chłodu oraz pod wpływem wysokiej temperatury. Czynniki stymulującymi produkcję związków allelopatycznych są też stresy biotyczne np. atak patogenów.

## L-kanawanina – niebiałkowy aminokwas produkowany w komórkach roślin

Powszechnie wiadomo, że polipeptydy są „budowane” z zestawu 20 aminokwasów. Jednak w przyrodzie istnieją setki aminokwasów niewchodzących w skład białek. Przez wiele lat były one przyćmione blaskiem „wielkiej dwudziestki”, obecnie coraz więcej wiemy o roli, jaką odgrywają aminokwasy niebiałkowe zarówno w procesach fizjologicznych, jak i w oddziaływaniach ekologicznych (Vranova i wsp., 2011).

Nieliczne wśród aminokwasów niebiałkowych, takie jak ornityna czy homoseryna, biorą udział w przemianach biochemicznych metabolizmu podstawowego. Zdecydowana większość aminokwasów niebiałkowych to metabolity wtórne, wśród nich znajduje się L-kanawanina (Bell, 2003).

L-kanawanina występuje wyłącznie u roślin z rodziny bobowatych (*Fabaceae*), jej obecność stwierdzono



u ponad 1500 przedstawicieli tej rodziny. Wyizolowana została po raz pierwszy z nasion tropikalnej rośliny uprawnej kanawalii mieczykowatej [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.], gdzie stanowić może do 13% suchej masy nasion oraz ponad 90% azotu przypadającego na wolne aminokwasy (fot. 1). Karagana syberyjska (*Caragana arborescens* Lam.), robinia akacjowa (*Robinia pseudo-acacia* L.), przelot pospolity (*Anthyllis vulneraria* L.) to rośliny występujące w Polsce (uprawiane, jak i rosnące w stanie dzikim), w nasionach których stwierdzono obecność L-kanawaniny (Ekanayake i wsp., 2007; Sikora i wsp., 2011). Mimo że L-kanawanina magazynowana jest przeważnie w nasionach, afrykańska roślina *Sutherlandia frutescens* (L.) R.Br. gromadzi L-kanawaninę w liściach w dużych ilościach, dochodzących nawet do 14,5 mg g<sup>-1</sup> suchej masy (Colling i wsp., 2010).



Fot. 1. Roślina *Canavalia ensiformis* ze strąkami oraz nasiona *C. ensiformis*

Fot. Celia Carliani.

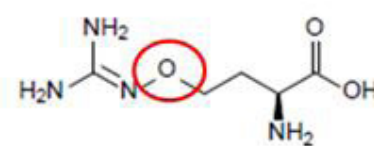
## Metabolizm L-kanawaniny

Znaczna zawartość L-kanawaniny u niektórych roślin skłania nas do zadania sobie pytania, jaka jest rola tego niebiałkowego aminokwasu. Po pierwsze, L-kanawanina, dzięki obecności trzech atomów azotu, jest skuteczną formą magazynowania tego pierwiastka w nasionach. U roślin gromadzących L-kanawaninę stwierdzono aktywność enzymów cyklu mocznikowego (Krebsa-Henseleita), który u ssaków zaangażowany jest w katabolizm aminokwasów i odpowiada za usuwanie jonów amonowych w formie mocznika.

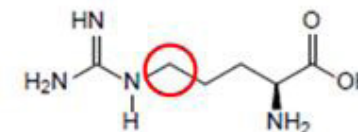
L-kanawanina jest analogiem białkowego aminokwasu L-argininy (ryc. 1). Podobieństwo strukturalne obu aminokwasów sprawia, że większość enzymów wykorzystujących jako substrat argininę katalizuje także

przekształcenia L-kanawaniny. Rośliny wyższe syntetyzują również inne analogi argininy, takie jak np.: L-homoargininę, kwas 2-amino-4-guanidynomasłowy czy 5-hydroksy-L-homoargininę (Rosenthal, 1985). Jednak to L-kanawanina uznawana jest za najefektywniejszy antymetabolit L-argininy (Rosenthal, 2001).

Włączenie L-kanawaniny w miejsce L-argininy w reakcje katalizowane przez enzymy cyklu mocznikowego pozwala na uzyskanie przyswajalnego dla roślin azotu amonowego z grupy guanidynowej, w której azot jest niedostępny dla roślin (ryc. 2). Azot jest makroelementem niezbędnym podczas kiełkowania – zużywanym w syntezie biogennych aminokwasów czy zasad azotowych wchodzących w skład kwasów nukleinowych. Szkielety węglowe powstające w wyniku metabolizmu L-kanawaniny są źródłem energii dla przemian



L-kanawanina



L-arginina

Ryc. 1. Wzór strukturalny L-kanawaniny i L-argininy

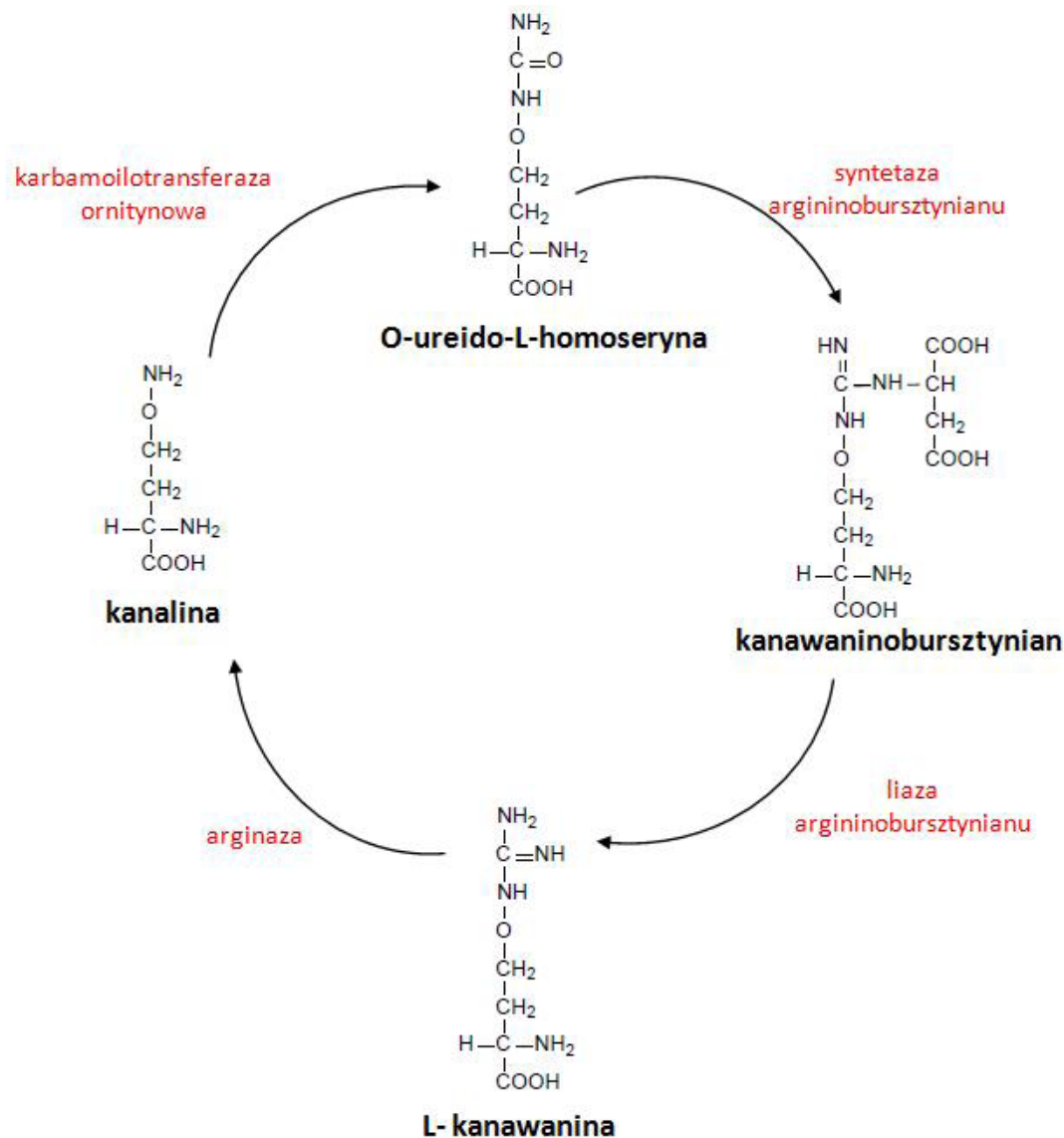
Zaznaczono obecność dodatkowego atomu tlenu w cząsteczce L-kanawaniny. Oprac. własne.

metabolicznych podczas kiełkowania nasion bogatych w ten aminokwas (Rosenthal, 1990).

U roślin bobowatych niebiałkowe aminokwasy występują głównie w nasionach, stanowiących dobre źródło składników pokarmowych dla roślinożerców. Dlatego rolę tych metabolitów jest również zabezpieczenie nasion przed zjadaniem przez zwierzęta (Harborne, 1997).

### Rola L-kanawaniny w oddziaływaniach allelochemicznych roślina-owad

Najlepiej poznano toksyczny wpływ L-kanawaniny na organizmy owadów, wśród których znaleźć można amatorów nasion roślin bobowatych. Jak wspomiano, L-kanawanina i L-arginina są bardzo zbliżone strukturalnie, co sprawia że enzymy wykorzystujące L-argininę wiążą niespecyficznie L-kanawaninę. Substratem w biosyntezie białek są aminokwasy związane z częściami tRNA, czyli aminoacylo-tRNA. Przyłączenie aminokwasu do tRNA jest katalizowane przez enzymy zwane syntetazami aminoacylo-tRNA. Dla każdego aminokwasu istnieje przynajmniej jedna syntetaza aminoacylo-tRNA. Enzymy te są specyficzne dla konkretnego aminokwasu – tylko raz na  $10^4$  lub  $10^5$  reakcji katalitycznych błędnie łączą aminokwas z tRNA (Berg i wsp., 2009). Syntetaza arginylo-tRNA katalizuje reakcję przeniesienia L-argininy na tRNA. Podobieństwo L-kanawaniny do arginyliny sprawia, że syntetaza arginylo-tRNA może przenosić L-kanawaninę na tRNA. W konsekwencji podczas syntezy białek w rybosomach w miejsca, gdzie powinna znaleźć się L-arginina, włączana bywa L-kanawanina. W cząsteczce L-kanawaniny występuje dodatkowy atom tlenu w sąsiedztwie grupy guanidynowej, który osłabia jej zasadowy charakter, co skutkuje niemożnością tworzenia wiązań jonowych. Białka posiadające w swej strukturze L-kanawaninę nie



Ryc. 2. Cykl kanalina-mocznik, dzięki któremu rośliny magazynujące L-kanawaninę w nasionach mogą uzyskać przyswajalną formę azotu z grupy guanidynowej L-kanawaniny

Na czerwono zaznaczono enzymy odpowiadające za katalizę poszczególnych reakcji.

uzyskują właściwej konformacji, a tym samym wykazują niską aktywność biologiczną lub jej brak (Rosenthal, 2001).

W badaniach nad mechanizmami toksycznego wpływu L-kanawaniny na owady wykorzystywano organizm modelowy – larwy zawisaka tytoniowego (*Manduca sexta*). Gąsienice te żywią się roślinami z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*), przede wszystkim liśćmi tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) i pomidorów (*Solanum lycopersicum* L.), zatem nie posiadając kontaktu z L-kanawaniną, nie były w stanie wytworzyć w toku ewolucji mechanizmów odporności na ten toksyczny aminokwas. U larw zawisaka karmionych pokarmem zawierającym L-kanawaninę obserwowano wiele anomalii rozwojowych: redukcję wzrostu larw, poczwarek i imago; opóźnienia lub zakłócenia w przepoczwarzaniu; obniżenie płodności i sterylność samic (ryc. 3). Typowe zmiany w rozwoju *M. sexta* powodowane L-kanawaniną obserwowano przy podawaniu w pokarmie tego aminokwasu już w stężeniu 25 mM (Rosenthal, 1977).

Po 24 godzinach od karmienia larw pokarmem zawierającym L-kanawaninę stwierdzono maksymalne włączanie kanawaniny w strukturę białek i wynosiło ono 3% podanego aminokwasu niebiałkowego. Białka zawierające w swej strukturze L-kanawaninę są szybko degradowane. Jednak mechanizm ten nie jest wystarczająco skuteczny, aby przeciwdziałać toksycznemu działaniu antymetabolitu. L-kanawanina u larw *M. sexta* włączana jest w strukturę kluczowych dla owada białek, np. lizozymu – enzymu hydrolizującego składniki ściany komórkowej bakterii. U larw zawisaka tytoniowego, którym podawano L-kanawaninę, 20% reszt argininowych w strukturze lizozymu zostało zastąpionych L-kanawaniną, co prowadziło do obniżenia aktywności enzymu o 50% (Rosenthal i Dahlam, 1991). Podobną sytuację stwierdzono u muchy *Phormia terranova*, gdzie L-kanawanina jest włączana w strukturę

Ryc. 3. Wpływ L-kanawaniny, podanej drogą pokarmową, na rozwój larw zawisaka tytoniowego (*Manduca sexta*)

Fot. Eddie McGriff  
(www.bugwood.org).



ochronnych, antibakteryjnych białek, których aktywność również ulega istotnemu obniżeniu (Rosenthal i wsp., 1989).

Niektóre owady żywią się nasionami bogatymi w L-kanawaninę i nie obserwuje się u nich negatywnego wpływu diety zawierającej omawiany niebiałkowy aminokwas. Ciekawym przykładem takiego owada jest chrząszcz *Caryedes brasiliensis* z podrodziny strąkowców (fot. 2), wśród których znajduje się wiele szkodników magazynowych, żywiących się nasionami roślin bobowatych. Chrząszcz ten żyje w lasach liściastych Kostaryki, a jego larwy żerują wyłącznie na nasionach tropikalnego pnącza z rodziny bobowatych *Dioclea megacarpa* Rolfe.

Nasiona tej rośliny zawierają 8–9% L-kanawaniny w suchej masie, co stanowi 95% azotu zmagazynowanego w postaci wolnych aminokwasów. U larwy *C. brasiliensis* obecna jest wysoce specyficzna syntetaza arginylo-tRNA, która nie katalizuje przeniesienia L-kanawaniny na tRNA, a tym samym niebiałkowy



Fot. 2. Dorosły osobnik *Caryedes brasiliensis*

Fot. Isaac Jorge.



aminokwas nie jest wbudowywany w białka. Co więcej, owad ten nie tylko potrafi unikać toksycznego działania L-kanawaniny, ale również wykorzystuje ją jako główne źródło azotu. Arginaza larwy *C. brasiliensis* rozkłada łatwo dostępną L-kanawanę do mocznika i L-kanaliny. Jak łatwo można zauważyć, larwy chrząszcza wykorzystują dokładnie taką samą ścieżkę uzyskania przyswajalnego azotu z L-kanawaniny, jaką stwierdzono u roślin gromadzących L-kanawaninę w nasionach. Larwy chrząszcza żywiącego się *D. megacarpa* potrafią również poradzić sobie z silnie toksyczną L-kanaliną dzięki karbamoilotransferazie ornitynowej, która przekształca ten związek w L-homoserynę. Niestety, w tej reakcji powstaje amoniak – kolejna substancja trująca dla owadów lądowych. Dla larw *C. brasiliensis* nie stanowi to problemu, gdyż w ich komórkach stwierdzono wysoką aktywność dehydrogenazy glutaminianowej i syntetazy glutaminy – enzymów katalizujących reakcję wbudowania jonu amonowego do aminokwasów. Co ciekawe, wysoka aktywność wspomnianych enzymów obserwowana jest wyłącznie u larw *C. brasiliensis*. U osobników dorosłych aktywność dehydrogenazy glutaminianowej i syntetazy glutaminy nie odbiega od przeciętnej aktywności tych enzymów u owadów reprezentujących inne rzędy. Niższą aktywność enzymów odpowiedzialnych za detoksykację L-kanawaniny i jej metabolitów, u imago chrząszcza można tłumaczyć tym, że osobniki dorosłe *C. brasiliensis* nie spożywają pokarmu zawierającego L-kanawaninę, gdyż żywią się pyłkiem i nektarem (Rosenthal i Janzen, 1985).

Inaczej z problemem obecności L-kanawaniny w pokarmie radzą sobie larwy motyli *Heliotus virescens* z rodziny sówkowatych (fot. 3). Owad ten jest polifagiem – żywi się ponad 100 gatunkami roślin, z czego 20 to rośliny uprawne. Wśród roślin żywicielskich *H. virescens* znajdują się rośliny z rodziny bobowatych, z których niektóre syntetyzują L-kanawaninę. U larw *H. virescens*

żywnych L-kanawaniną nie stwierdzono obecności wolnej L-kanawaniny w odchodach czy zgromadzonej w organizmie. Dalsze badania wykazały w organizmie owada obecność nieopisanego wcześniej enzymu – hydrolazy kanawaniny, który ma bardzo wysokie powinowactwo do tego niebiałkowego aminokwasu. Hydrolaza kanawaniny rozkłada L-kanawaninę do nietoksycznych związków: L-homoseryny i hydroksyguanidyny. Co więcej, enzym ten pozwala larwom motyla radzić sobie z równie toksyczną L-kanaliną, którą hydrolizuje do L-homoseryny i hydroksyloaminy (Melangeli i wsp., 1997).

Powyższe przykłady ukazują, że w toku ewolucji dwa gatunki owadów, przedstawiciele różnych rzędów, wypracowały całkowicie odmiennie sposoby detoksykacji L-kanawaniny i jej pochodnej L-kanaliny. U larw motyla *H. virescens*, który żywi się wieloma gatunkami roślin, obserwujemy skuteczną detoksykację L-kanawaniny, zaś u larw chrząszcza *C. brasiliensis*, które żywią się wyłącznie nasionami bogatymi w L-kanawaninę, obecny jest mechanizm pozwalający na wykorzystanie tego aminokwasu jako źródła azotu.

### Toksyczne działanie L-kanawaniny na rośliny

Spektrum działania L-kanawaniny jest szersze, a skutki jej działania są obserwowane nie tylko u owadów, lecz także u roślin. U roślin syntetyzujących i gromadzących L-kanawaninę pełni ona wcześniej wspomniane funkcje magazynu azotu i naturalnego insektycydu. Jednak L-kanawanina może funkcjonować także jako silny związek fitotoksyczny, wywołujący trwałe lub czasowe uszkodzenia w roślinie akceptorowej.

Wyniki doświadczeń prowadzonych w Katedrze Fizjologii Roślin SGGW w Warszawie wykazały toksyczny wpływ L-kanawaniny na wzrost i rozwój korzeni siewek pomidora (Staszek, 2013, praca licencjacka). Mimo,

że wiele związków allelopatycznych hamuje kiełkowanie nasion, nie stwierdzono wpływu L-kanawaniny na kiełkowanie nasion pomidora, nawet przy zastosowaniu bardzo wysokich (0,25–1,0 mM) stężeń tego niebiałkowego aminokwasu (Staszek, 2013; Krasuska i wsp., 2013). „Odporność” nasion pomidora na fitotoksynę może wynikać z ich budowy, a przede wszystkim obecności okryw nasiennych. L-kanawaniną traktowano również zarodki izolowane z niespoczynkowych nasion jabłoni (*Malus domestica* Borkh.) (stratyfikowane w chłodzie nasiona, które następnie pozbawiono łupiny nasiennej i bielma), charakteryzujące się bardzo szybkim i równomiernym kiełkowaniem (Lewak, 2011). W tym przypadku wynik testu z L-kanawaniną okazał się odmienny – już w stężeniu 0,1 mM L-kanawanina hamowała kiełkowanie zarodków jabłoni w ponad 60% (Budnicka i wsp., 2013). Tak więc, okrywa nasiennej może w dużym stopniu ograniczać fitotoksyczne działanie związku. Zróżnicowanie wyników biotestu w zależności od zastosowanego materiału badawczego wskazuje na związek między obserwowanym efektem fizjologicznym, a pobieraniem aminokwasu z podłoża oraz jego transportem do komórek.

Wzrost korzeni okazał się procesem znacznie bardziej wrażliwym na L-kanawaninę niż kiełkowanie nasion. Stężenie aminokwasu, w którym obserwowano hamowanie wzrostu korzeni siewek pomidora o 50% ( $IC_{50}$ , ang. *inhibitory concentration*), wynosiło 10  $\mu$ M, a  $IC_{100}$  (w którym hamowanie wzrostu było całkowite – 100%) wynosiło 50  $\mu$ M. Wcześniejsze badania Nakajimy i wsp. (2001) wskazały, że L-kanawanina hamowała wzrost drugiej pochwł liściowej siewek ryżu. Zahamowanie wzrostu siewek ryżu w 50% obserwowano jednak po zastosowaniu wielokrotnie wyższej dawki aminokwasu (0,5 mM). Jednocześnie udowodniono, że w przypadku ryżu mechanizm działania L-kanawaniny nie jest związany z zahamowaniem syntezy kwasu giberelinowego

(GA<sub>3</sub>), gdyż podanie egzogennej gibereliny nie zniósło efektu fitotoksycznego działania L-kanawaniny (Nakajima i wsp., 2001). Jedną z prawdopodobnych dróg działania L-kanawaniny w roślinach może być zaburzenie metabolizmu aminokwasów, a w szczególności L-argininy, podobnie jak wykazano to badaniach na owadach. W siewkach ryżu traktowanych L-kanawaniną dochodziło do akumulacji L-argininy, a po podaniu L-argininy obserwowano odwracanie efektu toksycznego działania L-kanawaniny (Nakajima i wsp., 2001). Jednak w przypadku korzeni pomidora nie zaobserwowano regeneracji po przeniesieniu siewek traktowanych L-kanawaniną na roztwór L-argininy (Krasuska i wsp., 2013), co może wynikać z zastosowania w badaniach rośliny dwuliściennej, należącej do roślin o stosunkowo wysokiej wrażliwości na fitotoksyny. Jak już wielokrotnie wspomniano L-kanawanina jest niebiałkowym analogiem L-argininy. Rola L-argininy w organizmach roślinnych nie ogranicza się wyłącznie do pełnienia roli elementu budulcowego łańcuchów polipeptydowych (ryc. 3). L-arginina jest metabolitem pośrednim w szlaku biosyntezy poliamin – ważnych regulatorów wzrostu i rozwoju roślin, a także potencjalnym substratem biosyntezy tlenku azotu (NO) – gazowej cząsteczki sygnałowej o szerokim spektrum działania (ryc. 4) (Gniazdowska, 2004). W obecności L-kanawaniny może dochodzić do modyfikacji metabolizmu NO, co prowadziłoby do zaburzenia przekazywania sygnału i w rezultacie zakłócało współdziałanie NO z auksynami, fitohormonami odpowiadającymi za wzrost i tworzenie architektury korzeni (Yu i wsp., 2014).

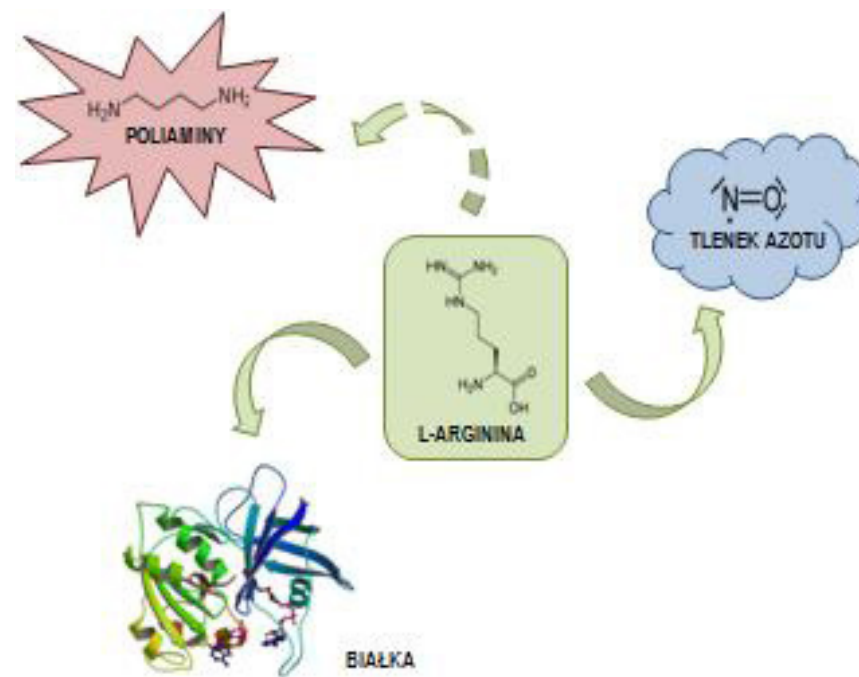
### L-kanawanina jako potencjalny herbicyd

L-kanawanina, jako związek naturalnie występujący w roślinach, mogłaby znaleźć zastosowanie jako substancja wykorzystywana do zwalczania chwastów, czyli

Ryc. 4. L-arginina

L-arginina jest aminokwasem zaangażowanym w wiele przemian metabolicznych w organizmach roślinnych

Biosynteza poliamin, regulatorów wzrostu i rozwoju roślin, rozpoczyna się od przemian L-argininy. Tlenek azotu to gazowa cząsteczka sygnałowa zaliczana do reaktywnych form azotu. Postuluje się, że w jednej ze ścieżek syntezy NO w roślinach L-arginina jest wykorzystywana jako substrat. L-arginina jest białkowym aminokwasem o zasadowym charakterze, który wchodzi w skład wielu polipeptydów, jest donorem wiązań wodorowych co wpływa na trzeciorzędową strukturę białek. Przerywaną strzałką zaznaczono wieloetapowy proces biosyntezy poliamin.



jako naturalny herbicyd (De Albuquerque i wsp., 2011). Obecnie w walce z roślinnością segetalną sugeruje się ograniczenie stosowania związków syntetycznych na rzecz wydzielanych przez rośliny bądź mikroorganizmy związków o potencjale allelopatycznym. Taką rolę mogłyby odgrywać właśnie omawiany aminokwas niebiałkowy – L-kanawanina. Należy ona do substancji pochodzenia naturalnego, które w porównaniu do syntetycznych herbicydów wywołują słabszy i bardziej krótkotrwały efekt, ale jednocześnie posiadają właściwości chwastobójcze (Nakajima i wsp., 2001).

Wytworzenie herbicydów, opartych na bazie allelopatin mogłoby być dobrą alternatywą dla stosowania syntetycznych środków chwastobójczych. Potencjalne związki, które mogłyby stanowić podstawę do konstruowania herbicydów to m.in. chinony – juglon

i sorgoleon, laktony seskwiterpenów oraz monoterpeny, np. 1,8-cyneol i jego analog cinmetylina, która jest już uważana za pierwszy dostępny na rynku alleloherbicyd (Gniazdowska, 2007). Związek idealny powinien spełniać wymagania stawiane środkom ochrony roślin. Są nimi: efektywność, szerokie spektrum działania, odporność na deszcz oraz wysoki poziom bezpieczeństwa. Allelopatiny w takim kontekście odegrałyby istotną rolę dla rolnictwa zrównoważonego jako ekologiczne narzędzie zwalczania zachwaszczenia.

### Właściwości lecznicze L-kanawaniny

Poza działaniem fitotoksycznym i ochronnym dla roślin L-kanawaninie przypisuje się także właściwości lecznicze. Są one ściśle związane z południowoafry-

kańską rośliną *S. frutescens*. Roślina ta posiada długą etnobotaniczną historię i jest uznawana za adaptogenną, czyli wykazującą szereg właściwości biologicznych takich jak np.: stymulacja odpowiedzi odpornościowej, działanie uspokajające, przeciwnowotworowe, obniżanie zawartości cholesterolu i cukru w surowicy krwi. Uzyskane z niej ekstrakty stosowane są w medycynie ludowej. Populacje *S. frutescens* występują w Afryce Południowej, a ich szczególne zagęszczenie obserwuje się w nadmorskiej prowincji Western Cape. Co ciekawe, badania wpływu ekstraktów roślinnych na wzrost *in vitro* komórek nowotworowych wykazały, że wyciągi z roślin z tego konkretnego regionu posiadają największe właściwości antyproliferacyjne (hamujące dzielenie się komórek nowotworowych) (Colling, 2010). Ekstrakty z omawianego fitofarmaceutyku są stosowane w przypadku cukrzycy, wspomagająco u pacjentów z zanikiem mięśni oraz chorujących na AIDS. Za właściwości lecznicze rośliny odpowiada pakiet metabolitów, takich jak: asparagina, arginina, kwas  $\gamma$ -aminomasłowy, glikozydy triterpenoidowe. Podkreślana jest też nieodzowna rola L-kanawaniny, której przypisuje się działanie przeciwnowotworowe. Chemotypy (czyli rośliny o takim samym fenotypie, ale innych właściwościach chemicznych) zawierające od 1,6 do 3,1 mg kanawaniany w gramie suchej masy są wykorzystywane w Afryce do produkcji leków ziołowych.

Colling wraz z zespołem (2010) określali optymalne warunki i czynniki, mające wpływ na zdolności syntezy tego niebiałkowego aminokwasu przez rośliny z prowincji Western Cape. Stwierdzono, że spośród trzech badanych czynników biotycznych: suszy, zasolenia i dostępności azotu największy wpływ na syntezę L-kanawaniny miało odpowiednie odżywianie mineralne roślin. Niska zawartość azotu prowadziła do obniżenia zawartości aminokwasu w tkankach (z 7,8 do 1,98 mg  $\cdot$  g<sup>-1</sup> suchej masy). Natomiast akumulacja L-ka-



Fot. 3. Larwa *Heliotus virescens*

Fot. Joseph Berger (www.bugwood.org).

nawaniny była dodatkowo skorelowana z dostarczeniem do środowiska azotu. Zasolenie i stres suszy wywierały słabszy efekt na ilość wytwarzanego w tkankach aminokwasu. Odpowiedź rośliny na stresy środowiskowe jest kompleksowa, dlatego poznanie ścieżek metabolicznych i współzależności jest istotne dla optymalnego wykorzystania przez człowieka potencjału *S. frutescens*.

## Podsumowanie

Oprócz 20 aminokwasów biogennych, z których zbudowane są białka wszystkich organizmów od bakterii do eukariontów, z nielicznymi wyjątkami znane są także inne naturalnie występujące aminokwasy, które nie stanowią elementów strukturalnych białek. Należy do nich właśnie L-kanawanina. Jak zaprezentowano w pracy, dość dobrze poznana jest funkcja L-kanawaniny w oddziaływaniach między rośliną a roślinożernymi owadami, w których aminokwas ten wykazuje aktywność zdecydowanie insektycydową. Stosunkowo słabo poznane jest natomiast oddziaływanie L-kanawaniny

na organizmy roślinne, chociaż wydaje się, że molekularny mechanizm działania tego aminokwasu mógłby wskazywać na wykorzystanie L-kanawaniny jako potencjalnego bioherbicydu. Z uwagi na aktywność L-kanawaniny jako antymetabolitu L-argininy postulowane jest zakłócenie przez L-kanawaninę funkcjonowania dróg metabolicznych wykorzystujących L-argininę. U roślin szlaki te prowadzą do biosyntezy regulatorów wzrostu i rozwoju (poliamin), hormonów (etylenu) i cząsteczek sygnałowych (tlenku azotu), przez co odgrywają kluczową rolę w ontogenezie roślin.

## Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania dla dr Celii R. Carlini z Uniwersytetu Federalnego z Rio Grande do Sul za udostępnienie fotografii *Canavalia ensiformis* oraz dr Isaaca R. Jorge z Uniwersytetu Federalnego z Parany za udostępnienie fotografii *Caryedes brasiliensis*.

## Literatura

- Bell EA (2003). Nonprotein amino acids of plants: significance in medicine, nutrition, and agriculture. *J Agr Food Chem.* 51:2854–2865.
- Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L (2009). Skład i struktura białek. W: Berg JM., Tymoczko JL, Stryer L. *Biochemia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2009: 25–65.
- Budnicka K, Krasuska U, Bogatek R, Gniazdowska A (2013). Arginine and canavanine dependent regulation of apple embryo germination in relation to ROS and RNS production. *3rd International Conference and Workshop „Plant – the source of research material”* Lublin 16–18 October 2013, pp.55.
- Colling J, Stander MA, Makunga NP (2010). Nitrogen supply and abiotic stress influence canavanine synthesis and the productivity of in vitro regenerated *Sutherlandia frutescens* microshoots. *J Plant Physiol.* 167:1521–1524.
- De Albuquerque MB, Dos Santos RC, Lima LM, Melo Filho PA, Nogueira RJMC, Da Camara CAG, Ramos AR (2011). Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. *Agron Sustain Dev.* 31:379–395.
- Ekanayake S, Skog K, Asp N-G (2007). Canavanine content in sword beans (*Canavalia gladiata*): Analysis and effect of processing. *Food Chem Toxicol.* 45:797–803.
- Gniazdowska A (2004). Rola tlenu azotu w metabolizmie komórki



- roślinnej. *Kosmos*. 53:343-355.
- Gniazdowska A, Oracz K, Bogatek R (2004). Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos*. 53:207-217.
- Gniazdowska A (2007). Biotechnologia szansą dla zastosowania allelopatii jako alternatywnej metody zwalczania chwastów. *Biotechnologia*. 77:42-53.
- Harborne JB (1997). *Ekologia biochemiczna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 1997: 96-97.
- Jaśicka – Misiak I (2009). Allelopatyczne właściwości metabolitów wtórnych roślin uprawnych. *Wiadomości Chemiczne*. 63:39-62.
- Kaczmarek S (2009). Wykorzystanie potencjału allelopatycznego roślin w wybranych uprawach rolniczych. *Post. Ochr. Roślin*. 49:1502-1511.
- Krasuska U, Staszek P, Antosik A, Gniazdowska A (2013). Modyfikacje podstawowych procesów wzrostu i rozwoju roślin pod wpływem niebiałkowych aminokwasów. *Streszczenia wystąpień ustnych i plakatów 56 Zjazdu PTB*, Olsztyn 24-30 czerwiec 2013, str. 330-331.
- Leszczyński B (2001). Rola allelozwiązków w oddziaływaniach owady-rośliny. W: red.: Oleszek W., Głowniak K., Leszczyński B. *Biochemiczne Oddziaływania Środowiskowe*. Lublin: Akademia Medyczna: 61-85.
- Leszczyński B, Matok H, Sytykiewicz H (2012). Basic aspect of walnut allelopathy. From field to biomolecules, *Lap Lambert Academic Publishing*, Niemcy.
- Lewak St (2011). Metabolic control of embryonic dormancy in apple seed: seven decades of research. *Acta Physiol Plant*. 33:1-24
- Malinowski H (2008). Mechanizmy obronne roślin drzewiastych przed szkodliwymi owadami. *Postępy w Ochronie Roślin* 48:25-33
- Melangeli C, Rosenthal GA, Dalman DL (1997). The biochemical basis for L-canavanine tolerance by the tobacco budworm *Heliothis virescens* (Noctuidae). *Proc Natl Acad Sci*. 94:1293-1297.
- Nakajima A, Hiradate S, Fujii Y (2001). Plant growth inhibitory of L-canavanine and its mode of action. *J Chem Ecol*. 27:9-31.
- Obidowska G, Sadowska A (2004). Rośliny o działaniu adaptogennym. *Biuletyn IHAR*. 233:163-171.
- Politycka B, Wójcik-Wojtkowiak D (2001). Mechanizmy oddziaływań allelopatycznych. W: red.: Oleszek W, Głowniak K, Leszczyński B *Biochemiczne Oddziaływania Środowiskowe*. Lublin: Akademia Medyczna: 61-85.
- Rosenthal GA (1977). The biological effects and mode of action of L-canavanine, a structural analogue of L-arginine. *Q Rev Biol*. 52:155-178.
- Rosenthal GA, Janzen DH (1985). Ammonia utilization by the bruchid beetle, *Carydes brasiliensis* [bruchideae]. *J Chem Ecol*. 11:539-544.
- Rosenthal GA (1990). Metabolism of L-canavanine and L-canaline in Leguminous plants. *Plant Physiol*. 94:1-4.
- Rosenthal GA (2001). L-Canavanine: higher plant insecticidal allelochemical. *Amino Acids*. 21:319-330.
- Rosenthal GA, Dahlman DL (1991). Studies of L-canavanine incorporation into insectan lysozyme. *J Biol Chem*. 266:15684-15687.
- Rosenthal GA, Lambert J, Hoffmann D (1989). Canavanine incorporation into the antibacterial proteins of the fly, *Phormia terranova* (Diptera), and its effect on biological activity. *J Biol Chem*. 64:9768-71.
- Sikora K, Jurczak M, Jarysz M, Bylka W (2011). Oznaczanie zawartości flawonoidów i związków polifenolowych w kwiatach przelotu pospolitego *Anthyllis vulneraria* L. *Post. Fitoter*. 2:85-88.
- Sołtys D, Gniazdowska A, Bogatek R (2010). Sorgoleon – główny związek warunkujący potencjał allelopatyczny sorga (*Sorghum* sp.). *Kosmos*. 59:567-580.
- Staszek P (2013). Wpływ aminokwasów niebiałkowych na kiełkowanie i wzrost korzeni siewek pomidora (*Solanum lycopersicum* L.). Praca licencjacka. Wydział Rolnictwa i Biologii SGGW w Warszawie.
- Szafirowska A, Kłosowski S (2008). Wykorzystanie allelopatycznych właściwości roślin w uprawie warzyw. *Prob. Inż. Rol*. 1/2008: 117-122.
- Vranova V, Rejsek K, Skene KR, Formanek P (2011). Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil*. 342:31-48.
- Vyvyan JR (2002). Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*. 58:1631-1646.
- Yu M, Lamattina L, Spoel SH, Loake GJ (2014). Nitric oxide function in plant biology: a redox cue in deconvolution. *New Phytol*. doi:10.1111/nph.12739.

### L-canavanine – the non-protein amino acid toxic to animals and plants

Paweł Staszek, Anna Antosik, Urszula Krasuska, Agnieszka Gniazdowska

Allelopathy describes plant-plant interaction by chemicals released into environment. In most cases negative effect of allelochemicals is detected due to their toxicity. L-canavanine belongs to the group of non-protein amino acids, and is known as antimetabolite of L-arginine. L-canavanine is synthesized in legumes. It functions as a putative source of nitrogen, and is famous for its insecticidal activity. The work summarizes the current knowledge on the role of L-canavanine in plant metabolism and their impact on growth and development of plants. A special attention was pointed also on L-canavanine in plant-herbivore interaction.

**Key words:** allelopathy, allelochemical, nonprotein amino acid, toxicity

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia  
IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji

V. Rozumowanie i argumentacja

Treści nauczania:

VII. Ekologia

- 3.2. przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej...
- 3.5. wyjaśnia zmiany liczebności populacji zjadanego i zjadającego...
- 3.6. przedstawia skutki presji populacji zjadającego (drapieżnika, roślinożercy lub pasożyta) na populację zjadanego...
- 3.7. wykazuje rolę zależności mutualistycznych...

# Izolacja i hodowla mezenchymalnych komórek macierzystych szpiku kostnego w warunkach *in vitro* – techniczne aspekty

Magdalena Lange, Agata Borowik

## Streszczenie:

Multipotencjalne mezenchymalne komórki podścieliska (ang. *mesenchymal stromal cells*) nazywane również mezenchymalnymi komórkami macierzystymi (ang. *mesenchymal stem cells*), odpowiednio do sygnału pochodzącego z uszkodzonej tkanki mają zdolność różnicowania się w kilka rodzajów wyspecjalizowanych komórek, tworząc tkanki pochodzenia mezodermalnego, takie jak: kości, chrząstki, ścięgna, mięśnie szkieletowe czy tkanka tłuszczowa. Zdolność ta powoduje, że MSC wykorzystywane są coraz powszechniej w medycynie regeneracyjnej. Do celów klinicznych bądź doświadczalnych, chcąc zwiększyć liczbę komórek mezenchymalnych, pod-

dajemy je hodowli *in vitro*, wykorzystując ich zdolność do namnażania się przez podział. Najlepiej poznanym źródłem mezenchymalnych komórek macierzystych jest szpik kostny i tkanka tłuszczowa. Jednak jak dotąd najczęstszym materiałem, z którego pozyskiwane są MSC, jest szpik kostny. Niniejsza praca przedstawia kolejne etapy hodowli macierzystych komórek mezenchymalnych poza ustrojem.

**Słowa kluczowe:** mezenchymalne komórki macierzyste, hodowla komórek, medycyna regeneracyjna, pasażowanie komórek, szpik kostny

zgodność z PP – zob. s. 24

otrzymano: 12.07.2014; przyjęto: 26.09.2014; opublikowano: 30.09.2014

Wszystkie fotografie i rysunki wykonane były przez autorów w laboratorium Dolnośląskiego Centrum Transplantacji Komórkowych z Krajowym Bankiem Dawców Szpiku.



**mgr Magdalena Lange:** Instytut Filozofii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.



**mgr inż. Agata Borowik:** Dolnośląskie Centrum Transplantacji Komórkowych z Krajowym Bankiem Dawców Szpiku

## Co to są mezenchymalne komórki macierzyste?

Mezenchymalne komórki podścieliska (ang. *mesenchymal stromal cells*) nazywane również mezenchymalnymi komórkami macierzystymi (ang. *mesenchymal stem cells* – MSC) są multipotencjalne. Charakteryzuje je zarówno zdolność do samoodnawiania własnej populacji, jak i różnicowania się do komórek tworzących tkanki z mezodermalnego listka zarodkowego. W odpowiednich warunkach hodowlanych mezenchymalne komórki podścieliska mogą się różnicować do osteocytów, chondrocytów oraz adipocytów. Mezenchymalne komórki macierzyste opisane były w 1976 roku przez zespół Fridensteina jako klonalne, adherentne komórki będące źródłem komórek osteoblastycznych, adipogennych i chondrogennych (Friedenstein i wsp., 1976).

Dla dokładniejszego opisanie mezenchymalnych komórek macierzystych w 2006 roku Międzynarodowe Towarzystwo Terapii Komórkowej (International Society for Cellular Therapy – ISCT) zdefiniowało ludzkie MSC według następujących kryteriów:

- 1) muszą one przylegać do plastikowego podłoża w standardowych warunkach hodowli;
- 2) muszą posiadać na powierzchni następujące markery: CD73, CD90 i CD105 oraz wykazać brak ekspresji następujących: CD45, CD34, CD14, CD11b, CD19 i HLA-DR;
- 3) muszą wykazywać zdolność do różnicowania się w osteoblasty, adipocyty i chondroblasty w warunkach *in vitro* (Qu i wsp., 2012).

Jedną z istotnych właściwości MSC jest ich zdolność do regulacji zjawisk zachodzących w ich otoczeniu poprzez wydzielanie odpowiednich czynników i bezpośredni kontakt z innymi komórkami (Pojda i wsp., 2013). Komórki te mają ponadto właściwość regulowania reakcji układu odpornościowego. W warunkach *in vitro* hamują aktywność limfocytów T i komórek NK. Oddziałują również na komórki dendrytyczne, które przez prezentowanie antygenów limfocytom inicjują odpowiedź układu odpornościowego. Ta właściwość MSC wykorzystywana jest w terapii klinicznej człowieka.

## Hodowla komórek

Mezenchymalne komórki macierzyste stanowią jedynie 0,001–0,01% komórek jądrowych szpiku i ich liczba maleje wraz z wiekiem. W celu zwielokrotnienia liczby MSC stosujemy hodowlę *in vitro* wykorzystując ich zdolność do namnażania się (czyli proliferacji) przez podział. Hodowla prowadzona jest w odpowiednio kontrolowanym środowisku (w obecności gazów, najczęściej CO<sub>2</sub> lub mieszaniny CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> i N<sub>2</sub> w odpowiednim stężeniu, w stałej temperaturze, najczęściej jest to nor-

malna temperatura ciała gatunku, i przy stałej wilgotności) z wykorzystaniem pożywek uzupełnionych suplementami.

## Materiał biologiczny

U dorosłego człowieka mezenchymalne komórki macierzyste obecne są w zrębie szpiku kostnego, można je także znaleźć w wielu innych tkankach, m.in. w okostnej, tkance tłuszczowej i skórze (Włodarski i Włodarski, 2011). Szpik kostny jest jednak najlepiej poznanym źródłem mezenchymalnych komórek macierzystych i jest częstszym materiałem stosowanym do hodowli pierwotnej, czyli założonej z materiału pobranego bezpośrednio z organizmu.

## Czego komórki potrzebują do życia?

Znane są różne metody hodowli macierzystych komórek mezenchymalnych poza ustrojem w zależności od rodzaju pobranego materiału, wykorzystanych odczynników lub naczyń hodowlanych.

Pobraną krew szpikową najczęściej rozcieńcza się w buforowanym roztworze soli (PBS) i opcjonalnie filtruje w celu usunięcia zanieczyszczeń tkankowych i agregatów komórek. Następnie tak uzyskaną zawiesinę komórkową nawarstwia się na związek o wysokiej gęstości np. Ficoll i poddaje się wirowaniu. Po wirowaniu zbieramy frakcję komórek leżącą na poduszce Ficollu, przepłukujemy co najmniej dwa razy w PBS i zawieszamy w pożywce do hodowli, którą z kolei w odpowiedniej objętości przenosimy do butelki hodowlanej.

### Sterylny warunki

Podstawowym problemem dotyczącym hodowli komórek *in vitro* jest ryzyko kontaminacji, czyli zanieczyszczenia bakteriami lub grzybami. Aby temu



Fot. 1. Laborant wykonujący zmianę pożywki w butelkach hodowlanych w komorze laminarnej

zapobiec, hodowlę komórek prowadzi się w sterylnych warunkach stworzonych poprzez specjalnie zaprojektowane laboratoria z odpowiednim wyposażeniem. Pomieszczenia powinny być tak usytuowane, aby zapewnić minimalny ruch ludzi. Wszystkie odczynniki i sprzęt używany do hodowli muszą być sterylne, najlepiej jednorazowego użytku. Personel musi być przeszkolony z zakresu zasad dobrej praktyki laboratoryjnej (Stokłowska, 2004). W celu zapewnienia większego bezpieczeństwa stosowane są coraz częściej laboratoria typu *clean room*, posiadające pomieszczenia o odpowiedniej klasie czystości (D, C, B i A), w których powietrze oczyszczane jest przez specjalne filtry HEPA (ang. *High Efficiency Particulate Air filter*), zatrzymujące cząstki zanieczyszczeń do 0,5  $\mu\text{m}$ . Poszczególne pomieszczenia laboratorium są oddzielone między sobą systemem słuz z odpowiednim ciśnieniem wentylowanego powietrza, które uniemożliwia transfer zanieczyszczeń w obrębie pomieszczeń technologicznych. Najważniejsze etapy izolacji MSC przeprowadzane są w klasie czystości A, którą zapewnia komora oddzielona od otoczenia kurtyną laminarnego przepływu powietrza (fot. 1), znaj-

dująca się w pomieszczeniu technologicznym o klasie czystości B.

### Środowisko

Najczęściej wykorzystywanym środowiskiem do wzrostu mezenchymalnych komórek jest temperatura 37°C oraz zawartość w powietrzu 5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>, 80% N<sub>2</sub> i wilgotne powietrze (Gese i Roszek, 2011). Zapewnienie takich warunków umożliwiają inkubatory, do których używana jest woda dejonizowana umożliwiająca utrzymanie odpowiedniej wilgotności powietrza.

### Naczynia hodowlane

Jednym z najczęściej używanych naczyń do hodowli komórek są butelki hodowlane o powierzchni 25, 75, 175 i 225 cm<sup>2</sup> z prostymi lub zakręconymi korkami, posiadającymi sterylne hydrofobowe filtry umożliwiające swobodną wymianę gazową i ograniczające możliwość zakażenia (fot. 2A). Na większą skalę stosowane mogą być naczynia o większych powierzchniach, np. specjalne szuflady o powierzchni ok. 636 cm<sup>2</sup> czy nawet 3180 cm<sup>2</sup> (fot. 2B). Naczynia te wykonane są najczęściej z polistyrenu. Prawdłowo rozwijające się mezenchymalne komórki macierzyste opadają na dno naczynia, przyczepiają się do niego (adhezja) i rosną tworząc jednolitą warstwę.

### Pożywki hodowlane

Rolą pożywki hodowlanej jest dostarczenie komórkom składników odżywczych niezbędnych do przeżycia, wzrostu i proliferacji. Najczęściej stosowanymi pożywkami do hodowli MSC są dokładnie zdefiniowane roztwory chemiczne, takie jak MEM  $\alpha$  (ang. *Minimum Essential Medium  $\alpha$* ) bądź jej zmodyfikowany odpowiednik DMEM (ang. *Dulbecco's Modified Eagle's Medium*). W swoim składzie pożywki te zawierają węglowodany będące głównym źródłem energii (naj-



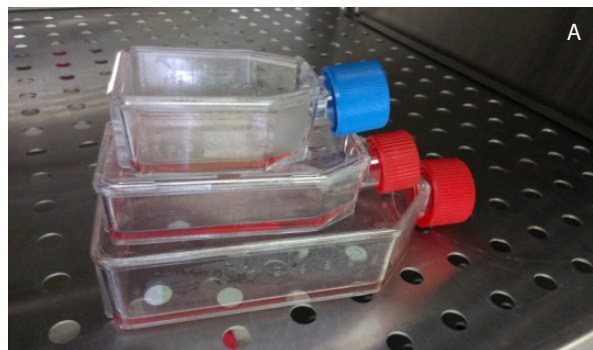
częściej w postaci glukozy i galaktozy), aminokwasy, peptydy i białka, będące podstawowym materiałem budulcowym komórek, oraz kwasy tłuszczowe i lipidy niezbędne dla utrzymania wzrostu oraz proliferacji komórek, a także sole nieorganiczne, które pomagają utrzymać odpowiednie ciśnienie osmotyczne i są niezbędne dla prawidłowego oddziaływania komórek z matryks zewnątrzkomórkową. Pożywki hodowlane są również uzupełniane różnymi witaminami odpowiedzialnymi za wzrost i proliferację komórek prowadzonych w hodowli *in vitro*. Najczęściej dodawane do pożywek witaminy to ryboflawina, tiamina i biotyna.

### Surowica

Do pożywek hodowlanych dodawana jest zawsze surowica. Zawiera czynniki i hormony stymulujące wzrost i funkcję komórek, takie jak chemokiny, cytokiny i czynniki wzrostu. Najczęściej stosowaną surowicą do hodowli MSC jest bydlęca surowica płodowa FBS (ang. *Fetal Bovine Serum*) w stężeniu 5–10%. W przypadku wytwarzania MSC do celów klinicznych wykorzystywany jest lizat płytkowy, ponieważ FBS, jako produkt pochodzenia zwierzęcego, może wywołać u pacjentów reakcję odpornościową przeciwko antygenom ksenogennym (Bieback, 2013).

### Jak komórki rosną?

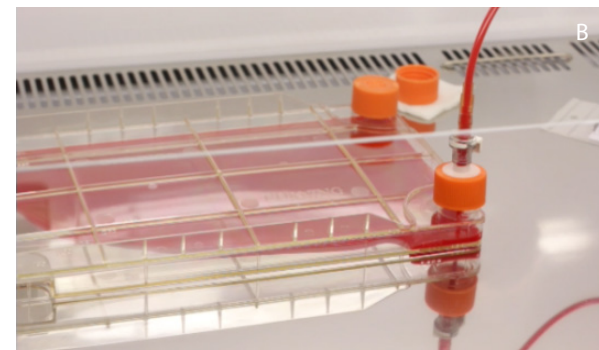
Wzrost mezenchymalnych komórek macierzystych w warunkach *in vitro* charakteryzuje się występowaniem trzech faz: fazy początkowej (*lag*, trwa 6–8 dni), fazy gwałtownego wzrostu (*log*, 8–10 dni) i fazy stałego wzrostu (*plateau*, 11–13 dni). Mezenchymalne komórki macierzyste *in vitro* mogą być pasażowane, przenoszone do nowego naczynia hodowlanego po pokryciu w 90% poprzedniego komórkami (około 8–15 pasaży), co odpowiada 25–40-krotnym podwojeniu populacji,



Fot. 2. Naczynia hodowlane stosowane w hodowli MSC

A – hodowla MSC prowadzona w butelkach hodowlanych o powierzchni 25, 75, 175 cm<sup>2</sup>.

B – hodowla prowadzona w szufladzie hodowlanej o powierzchni 636 cm<sup>2</sup>.



po czym komórki starzeją się i przestają proliferować (Tropel i wsp., 2004).

Mezenchymalne komórki macierzyste proliferują przyjmując kształt długich, wrzecionowatych, przylegających do podłoża komórek. Na początku wzrostu hodowli widoczne są pojedyncze wrzecionowate komórki, które po kilku dniach tworzą jednolitą warstwę pokrywającą podłoże. Morfologia i wielkość tych komórek zmienia się z czasem prowadzonej hodowli, ostatecznie dochodzi do pokrycia całego podłoża komórkami podobnymi do fibroblastów (fot. 3).

### Biologiczna charakterystyka MSC

W celu potwierdzenia identyfikacji wyhodowanych komórek należy ustalić ich fenotyp. Do tej pory nie ustalono uniwersalnego markera powierzchniowego jednoznacznie identyfikującego komórkę mezenchymalną, raczej identyfikujemy ją przez obecność bądź nieobecność określonych markerów. Mezenchymalne komórki macierzyste nie wykazują na swojej powierzch-

ni markerów hematopoetycznych oraz endotelialnych, charakterystycznych dla komórek śródbłonkowych oraz krwiotwórczych, którymi są: CD11b, CD14, CD31, CD34 oraz CD45. Komórkę mezenchymalną najczęściej opisują trzy markery: CD73, CD105 i CD90. (Dłubek i wsp. 2005). Występując osobno nie są swoiste dla MSC, ale kiedy występują razem, to najpewniej mamy do czynienia z MSC. Dodatkowo MSC mogą być identyfikowane przez takie markery jak: CD166, CD44, CD117 czy STRO-1 (Lin i wsp., 2014).

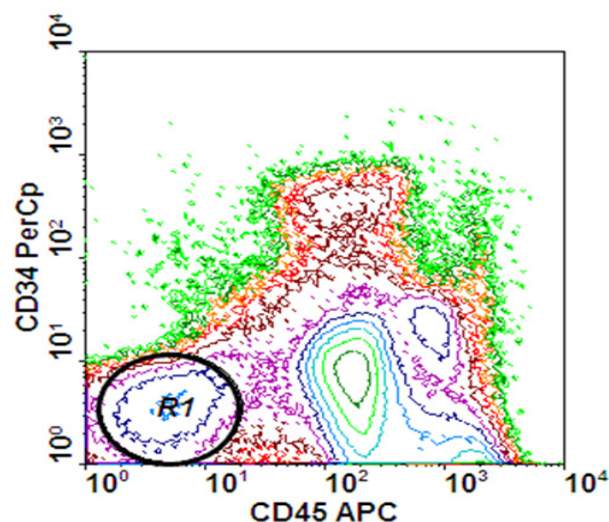
Fenotyp populacji komórkowych oznacza się metodą cytometrii przepływowej, która jest nowoczesną techniką badawczą i diagnostyczną opartą na pomiarze m.in. ugięcia i rozproszenia światła oraz pomiarze fluorescencji. Metoda ta jest stosowana do charakterystyki oraz analizy komórek macierzystych. (Dongen i wsp., 2004). Do obrazowania danych i analizy stosuje się m.in. wykres konturowy (ryc. 1). Analiza umożliwia ilościową ocenę komórek.

Hodowla komórek składa się z trzech etapów: założenia hodowli, wymiany pożywki oraz zakończenia

hodowli. Pierwszy etap polega na umieszczeniu materiału biologicznego (np. wyizolowanych komórek ze szpiku kostnego zawieszonych w pożywce uzupełnionej surowicą) do naczynia hodowlanego albo butelki hodowlanej (fot. 2). W drugim etapie następuje wymiana płynu hodowlanego na świeży. Płyn hodowlany zawiera wskaźnik, najczęściej jest nim czerwien fenolowa, która określa pH pożywki. Wraz z proliferacją komórek

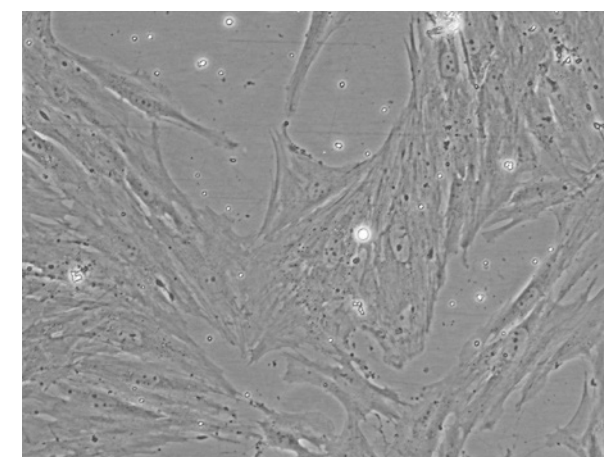
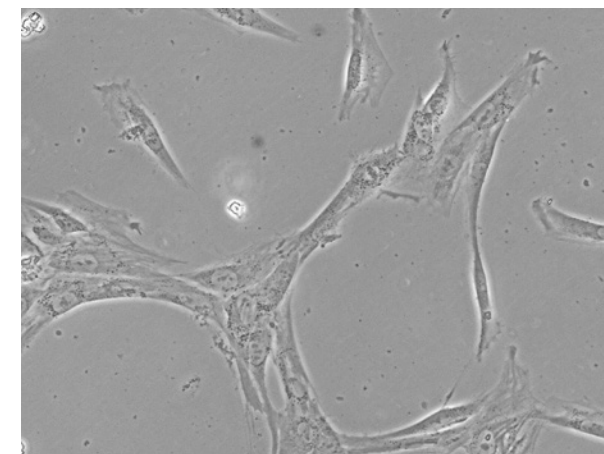
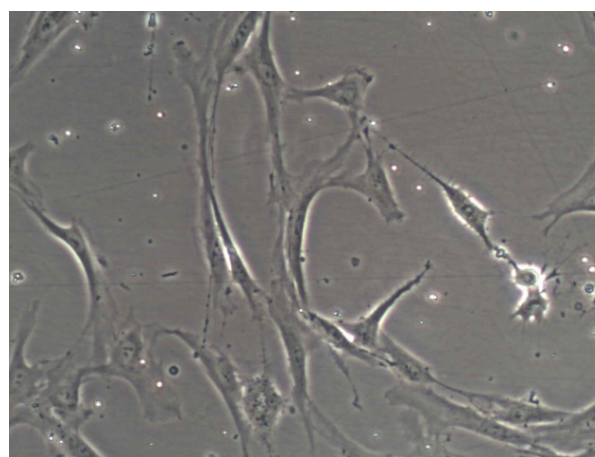
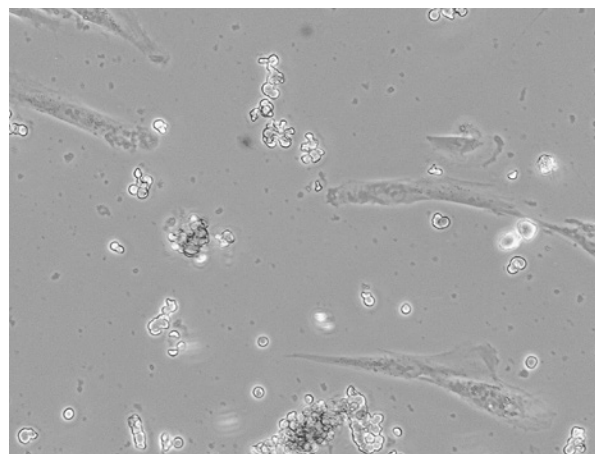
pH pożywki rośnie i zmienia barwę medium z żółto-pomarańczowej na czerwoną, jest to sygnał do zmiany płynu hodowlanego na świeży. Częstość wymiany płynu hodowlanego zależy od ilości komórek i ich metaboli-

zmu. Po uzyskaniu ponad 90% konfluencji (pokrycia) komórek podłoża wyhodowane komórki odmywane są od podłoża (trypsyną) i pasażowane bądź bezpośrednio transplantowane pacjentowi.



Ryc. 1. Komórki w zawieszinie zabarwione zostały na obecność antygenów powierzchniowych (CD45 i CD34)

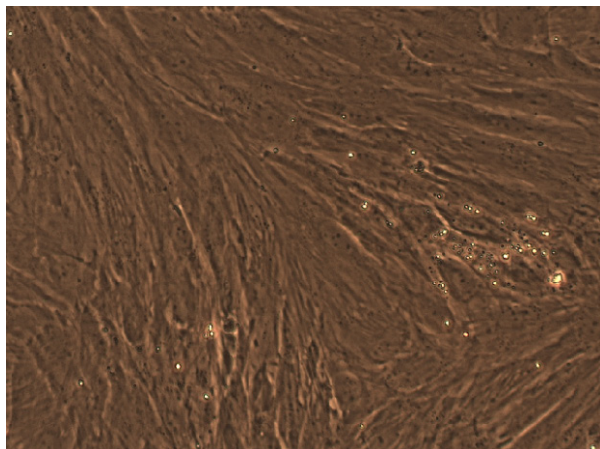
Barwienie wykorzystuje przeciwciała swoiste dla danego antygeny na powierzchni komórki, które są znakowane cząsteczkami fluorescencyjnymi. Pozwala to na identyfikację dwóch lub więcej antygenów na powierzchni komórki w jednym odczycie. W górnej części obrazu brązowym konturem ograniczone są komórki, które pod wpływem światła lasera emitują promienie o barwie przeciwciała anty CD34 jak i o barwie przeciwciała anty CD45 (spełniają w ten sposób kryteria macierzystej komórki krwiotwórczej CD45+ i CD34+). W lewym dolnym rogu konturem niebieskim ograniczone są komórki (opisane R1) nieemitujące światła swojego dla CD45 i CD34 (CD45- i CD34-, populacja, która zawiera mezenchymalne komórki macierzyste).



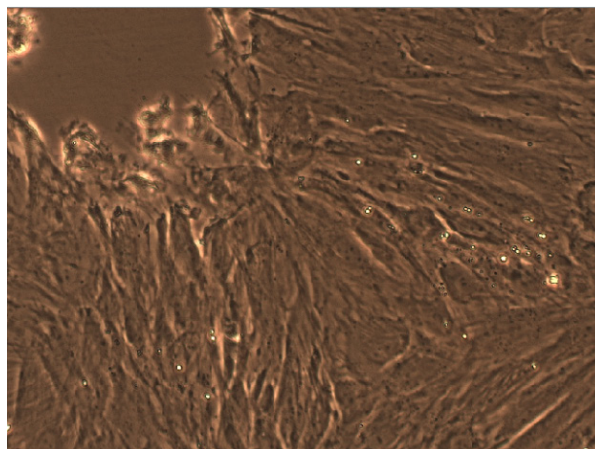
Fot. 3. Morfologia MSC wyizolowanych ze szpiku pełnego w kolejnych dniach hodowli

A – MSC w 5 dniu hodowli (pow. x100), B – MSC w 8 dniu hodowli (pow. x100), C – MSC w 10 dniu hodowli (pow. x100), D – MSC w 14 dniu hodowli (pow. x100). Hodowle prowadzone były w pożywce MEM a uzupełnionej lizatem płytkowym.

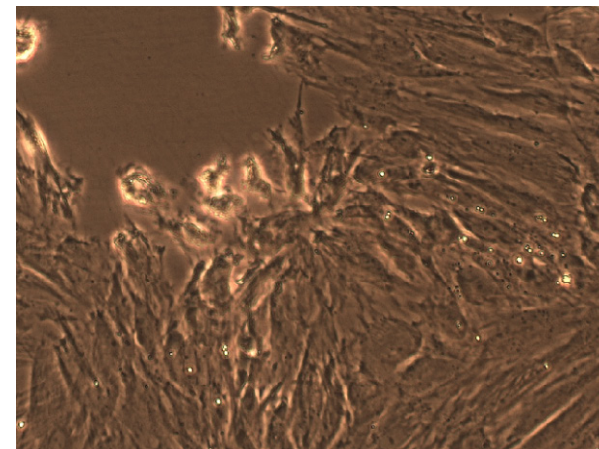




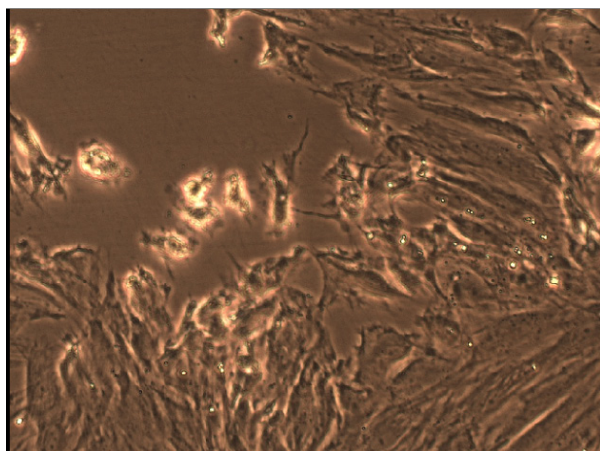
1) 00:15 Długie, wrzecionowate komórki pokrywają jednolicie powierzchnię hodowlaną.



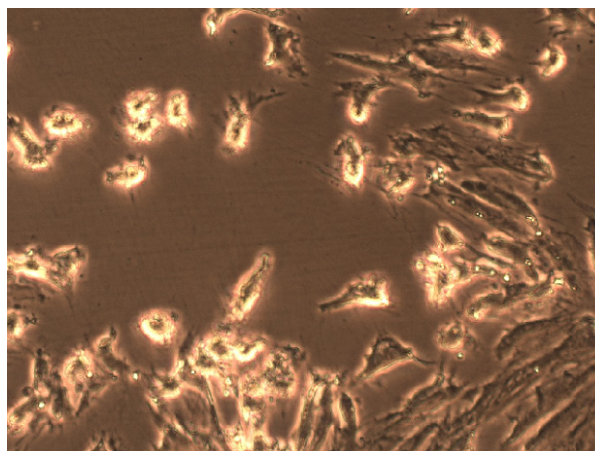
2) 01:40 W lewym górnym rogu rozpoczyna się powolne odklejanie i kurczenie komórek pod wpływem trypsyny.



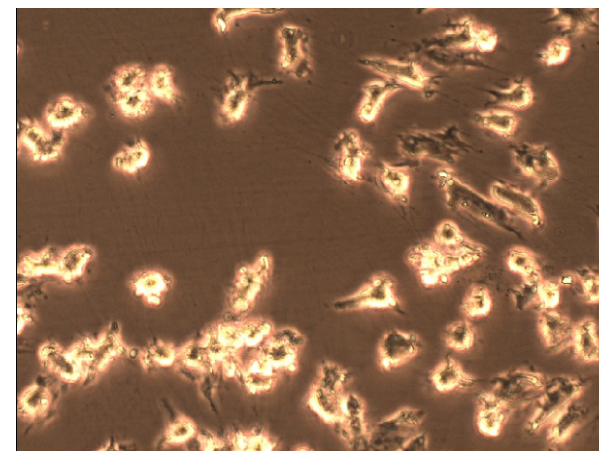
3) 01:50 Komórki kurczą się zmieniając kształt.



4) 02:00 Komórki przyjmują kształt kulisty i powoli odrywają się od pozostałych komórek.



5) 02:25 Jeśli za krótko traktujemy komórki trypsyną pozostają agregaty połączonych ze sobą komórek.



6) 03:30 Widoczna duża ilość odklejonych komórek.

Fot. 4. Proces trypsynizacji komórek



Pasażowanie komórek umożliwia utrzymanie ciągłości hodowli i namnożenia odpowiedniej ilości komórek MSC.

Mezenchymalne komórki macierzyste mają właściwości adherentne, przyczepiają się do podłoża, by rosnąć i proliferować. Mechanizm adhezji, która odbywa się dzięki białkom błony komórkowej umożliwiającym przyleganie komórki do podłoża, jest procesem obejmującym cztery etapy: 1) adsorpcja do podłoża, 2) kontakt, 3) przyczepienie się komórek i 4) rozplaszczanie (Doyle, 1998). Okrągłe początkowo komórki rozplaszczają się i przybierają charakterystyczny kształt długich, wrzecionowatych komórek. Rozplaszczanie zaczyna się w momencie wydzielania przez komórki specjalnych białek i proteoglikanów wchodzących w skład matriksu jak np. fibronektyna. W procesie przylegania komórek MSC do podłoża biorą udział również białka pochodzące z surowicy bydlęcej lub z lizatu płytkowego dodawanego do pożywki hodowlanej. Wiążą się one zarówno z komórkami jak i podłożem. W procesie adhezji komórek ważną rolę pełnią jony wapnia i magnezu. Po osiągnięciu etapu pokrycia podłoża przez komórki MSC należy je odmyć. By było to możliwe, należy jony wapnia i magnezu związać z antykoagulantem EDTA oraz enzymatycznie, za pomocą trypsyny, strawić pomost pomiędzy komórkami i podłożem. Po odklejeniu komórki przybierają okrągły kształt (ryc. 1). Czas trawienia enzymatycznego nie może być za długi – mogłoby wtedy dojść do zniszczenia błon komórkowych. Nie powinien jednak być też za krótki, ponieważ wówczas pozostają agregaty połączonych ze sobą komórek. Optymalny czas traktowania komórek trypsyną to 5 min. (fot. 4).

## Zastosowanie kliniczne MSC

Ludzkie komórki macierzyste są analizowane pod kątem szerokiego zastosowania klinicznego. Ze

względu na swoje zdolności do samoodnowiania, multipotencjalność, wysoką plastyczność oraz łatwość w izolacji, znajdują szereg zastosowań.

Mezenchymalne komórki macierzyste wykorzystywane są w regeneracji uszkodzonych stawów, mięśni i ścięgien. Skutecznie wspomagają leczenie rozległych powierzchniowych ubytków tkanek. Prowadzone są również próby leczenia z pomocą MSC schorzeń neurologicznych. Niestety nie jest poznany całkowity mechanizm regeneracji mięśnia sercowego przez komórki MSC. Istnieje jednak możliwość wykorzystania zdolności komórek macierzystych do różnicowania w kierunku komórek mięśni gładkich, a także kardiomiocytów (Atkinson i wsp., 2012).

Źródłem MSC, poza szpikiem kostnym, jest tkanka tłuszczowa i krew pępowinowa. Ze względu na właściwości immunosupresyjne MSC wykorzystywane są one coraz częściej w transplantologii, ponieważ ograniczają reakcję przeszczep przeciw gospodarzowi – GvHD, a tym samym stanowią osłonę dla tkanek organizmu otrzymującego przeszczep komórek krwiotwórczych. Zmniejsza to konieczność długotrwałego leczenia immunosupresyjnego, które powoduje negatywne skutki w postaci zwiększonej podatności na infekcje, powikłań sercowo-naczyniowych, zwiększenia ryzyka cukrzycy i niewydolności nerek (Bajek i wsp., 2011).

Lista zastosowań jest o wiele dłuższa i kolejne możliwości regeneracji narządów, w tym wątroby i centralnego systemu nerwowego, są już możliwe do zrealizowania w niedalekiej przyszłości.

## Literatura

- Atkinson K, Brooke G, Doran M, R, Gunther M, Heazlewood, C, Kiel M., Timmins N, E (2012). *Closed System Isolation and Scalable Expansion of Human Placental Mesenchymal Stem Cells*. Biotechnology and Bioengineering 7.
- Bajek A, Olkowska J, Drewa T (2011). *Mezenchymalne komórki ma-*

*cierzyste narzędziem terapeutycznym w regeneracji tkanek i narządów*. Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej 24(65), 124-132.

Bieback K (2013). *Platelet Lysate as Replacement for Fetal Bovine Serum in Mesenchymal Stromal Cell Cultures* Transfusion Medicine Hemotherapy 40(5), 326-335.

Dłubek D, Witkiewicz W, Lange A (2005). *Szpigowe komórki macierzyste – identyfikacja i zastosowanie kliniczne*. Postępy Biologii Komórki 32(23), 125-131.

Dongen van J, J, M, Lochem van E, G, Marvelde te J, G, Velden der van V, H, J, Westerdal N, A, C, Wind H, K (2004) *Improving lab practice: Immunophenotypic differentiation patterns of normal hematopoiesis in human bone marrow: Reference patterns for age-related changes and disease-induced shifts*. Cytometry Part B: Clinical Cytometry 60(1), 1-13.

Doyle A, Griffiths JB (1998). *Cell and Tissue Culture: Laboratory Procedures in Biotechnology*, J. Willey & Sons, Chichester, 116-120.

Gese A, Roszek K (2011). *Metody wydajnej izolacji i hodowli mezenchymalnych komórek macierzystych z krwi pępowinowej*. Acta Haematologica Polonica 42(4), 651-659.

Lin J, J, Huang C, S, Yu J, Liao G, S, Lien H, C, Hung J, T, Lin R, J, Chou F, P, Yeh K, T, Yu A, L (2014) *Malignant phylloides tumors display mesenchymal stem cell features and aldehyde dehydrogenase/disialoganglioside identify their tumor stem cells*. Breast Cancer Research 16(2).

Pojda Z, Machaj E, Kurzyk A, Dębski T, Gilewicz J, Wysocki J (2013). *Mezenchymalne komórki macierzyste*. Postępy Biochemii 59(2), 187-197.

Qu, H, Wang S, Zhao R, C (2012). *Clinical applications of mesenchymal stem cells*. Journal of Hematology & Oncology 5, 19.

Stokłosowa S (2004), *Hodowla komórek i tkanek* PWN, Warszawa, 7-20, 36-60

Tropel P, Noël D, Platet N, Legrand P, Benabid A, L, Berger F (2004). *Isolation and characterization of mesenchymal stem cells from adult mouse bone marrow*. Experimental Cell Research 29, 395-406.

Włodarski K, Włodarski P (2011). *Regulacja adipocytogenezy i osteoblastogenezy z mezenchymatycznych komórek macierzystych szpiku*. Polish Orthopaedics and Traumatology 76(2), 96-98.

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

VI. Genetyka i biotechnologia.

8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Uczeń:

6) przedstawia sposoby i cele otrzymywania komórek macierzystych;

### Isolation and in vitro proliferation of bone marrow mesenchymal stem cells – technical aspects

Magdalena Lange, Agata Borowik

Multipotent mesenchymal stromal cells also known as mesenchymal stem cells according to the signal from the damaged tissue have the ability to differentiate into several types of specialized cells forming tissues of mesodermal origin such as bone, cartilage, tendon, skeletal muscle or adipose tissue. This ability of MSC is used in regenerative medicine. For the clinical and experimental purposes in order to increase the amount of MSC their ability to proliferate in vitro is used. The best-known source of mesenchymal stem cells is the adipose tissue and bone marrow which is the most common source material used for primary culture. This paper presents the next steps of culturing mesenchymal stem cells in vitro.

**Key words:** mesenchymal stem cells, cell culture, regenerative medicine, passaging cells, bone marrow

# Biedronka azjatycka

Krzysztof Kołataj

## Streszczenie:

Biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis*) wywodzi się ze środkowo-wschodniej Azji. Jest to gatunek inwazyjny, który z powodu przeprowadzonej na szeroką skalę introdukcji w USA i Europie jest obecnie spotykany na większości kontynentów. Biedronkę azjatycką powszechnie wykorzystywano jako naturalny środek przeciwko mszycom na polach uprawnych, w sadach, ogrodach oraz w uprawach szklarniowych. W Polsce biedronka azjatycka po raz pierwszy została zaobserwowana w 2006 roku. Od tego czasu skolonizowała znaczną część powierzchni Polski. W 2008 roku Centrum Badań Ekologicznych należące do Polskiej Akademii Nauk rozpoczęło prowadzenie monitoringu rozprzestrzeniania się biedronki azjatyckiej w obrębie kraju. Pomimo faktu, iż gatunek ten potrafi bardzo efektywnie ograniczać populacje mszyc oraz innych podobnych szkodników, stał się zagrożeniem dla rodzimych gatunków biedronek, a także jest uciążliwy dla ludzi. Biedronka azjatycka może powodować uszkodzenia na

owocach, co szczególnie ma miejsce, kiedy poziom populacji mszyc jest niski. W szczególności producenci wina ponosili straty finansowe powodowane przez tego owada. W okresie przedzimowym biedronka azjatycka może często dostawać się do wewnątrz budynków i mieszkań i plamić wówczas ściany, meble, ubrania i sprzęt elektroniczny. Może także kąsać ludzi, wywołując u niektórych reakcje alergiczne. Biedronka azjatycka jest gatunkiem drapieżnym i wysoce agresywnym, wykazującym ponadto wysoki potencjał rozrodczy. Opanowując nowe miejsca może zakłócić ich równowagę ekologiczną poprzez wypieranie gatunków rodzimych dla tych środowisk. Bardzo charakterystyczne dla biedronki azjatyckiej jest to, że gatunek ten wykazuje niezwykle dużą zmienność cech morfologicznych.

**Słowa kluczowe:** biedronka azjatycka, gatunek inwazyjny, introdukcja, mszyce, zagrożenie dla gatunków rodzimych, zmienność morfologiczna

otrzymano: 11.04.2014; przyjęto: 22.09.2014; opublikowano: 30.09.2014

## Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

### Biologia – IV etap edukacyjny (zakres rozszerzony):

Cele: VI. Postawa wobec przyrody i środowiska

Treści: VIII. Różnorodność biologiczna Ziemi. Uczeń:

4. przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu (zagrożenie gatunków rodzimych, introdukcja gatunków obcych)



mgr inż. Krzysztof Kołataj: Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa.

## Wprowadzenie

Na terenie Polski oraz całej Europy żyje wiele gatunków owadów. Poza gatunkami rodzimymi występują również gatunki obcego pochodzenia. Niektóre z tych gatunków stają się inwazyjne. Jednym z gatunków inwazyjnych w Europie jest drapieżny chrząszcz biedronka azjatycka – *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) – należący do rodziny biedronkowatych (*Coccinellidae*), zaobserwowany w Polsce po raz pierwszy w 2006 roku. Biedronka ta, zwana również arlekinem (ang. *harlequin*

*ladybird*), pierwotnie występowała wyłącznie w Azji, natomiast w XX wieku na skutek szerokiego wykorzystania jej w wielu krajach do biologicznej ochrony upraw, szeroko się rozprzestrzeniła. Obecnie poza Azją można ją spotkać w obu Amerykach, w Europie i w Afryce. Biedronkę azjatycką cechuje wysoki potencjał rozrodczy, a także duża agresywność w stosunku do gatunków zajmujących podobną niszę ekologiczną. Z punktu widzenia człowieka jest jednak biedronka azjatycka zazwyczaj gatunkiem pożytecznym, ponieważ potrafi skutecznie niszczyć populacje mszyc oraz innych podobnych owadów przynoszących szkody w uprawach rolnych i ogrodniczych. Z tego powodu przez wiele lat była na szeroka skalę wykorzystywana do zwalczania tych szkodników. Biedronka azjatycka charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością wewnątrzgatunkową pod względem ubarwienia i wzoru na pokrywach.

## Pochodzenie i rozprzestrzenianie się biedronki azjatyckiej na świecie oraz w Europie

Pierwotny zasięg występowania biedronki azjatyckiej stanowiła rozległa część obszaru Azji, obejmująca takie kraje jak Mongolia, Chiny, Korea oraz Japonia, a także południowo-wschodnia część Rosji. Przypuszcza się też, że obszar pierwotnego zasięgu występowania biedronki azjatyckiej mógł rozciągać się również na terytoryj północnego Kazachstanu. Badania przeprowadzone przez systematyków wykazały, iż nie ma istotnych różnic genetycznych pomiędzy populacjami żyjącymi w Kazachstanie a tymi, które występują na wschód od Gór Altai (Brown i wsp., 2011).

Znaczne rozszerzenie zasięgu biedronki azjatyckiej nastąpiło w okresie XX wieku. Jej zdolność do skutecznego ograniczania populacji szkodliwych dla roślin uprawnych gatunków owadów została dostrzeżona i wykorzystana w celu ochrony upraw przed szkodni-



kami. Po raz pierwszy biedronka azjatycka została wykorzystana do biologicznej ochrony roślin w 1916 roku, w USA, w stanie Kalifornia (Ceryngier, 2008). Od lat 60. XX wieku na terenie Stanów Zjednoczonych Ameryki chrząszcz ten był szeroko i powszechnie stosowany w szklarniach, w sadach, jak również w ogrodach (Adriaens, 2008).

Występowanie biedronki azjatyckiej została odnotowana na obszarze Ameryki Południowej. W 2001 roku osobniki tego gatunku zaobserwowane zostały w stolicy Argentyny, Buenos Aires, natomiast rok później pojawiły się w południowej Brazylii (Rezende i wsp., 2010).

Jej obecność została odnotowana także w Afryce. Po raz pierwszy miało to miejsce w 2001 roku w Republice Południowej Afryki w miejscowości Riviersonderend, w południowo-zachodniej prowincji Western Cape. Osobniki biedronki azjatyckiej zaobserwowano na znajdującej się w tej miejscowości farmie doświadczalnej Tygerhoek (Stals i Prinsloo, 2007).

W Europie biedronka azjatycka już w latach 60. XX wieku wykorzystywana była na terenie dzisiejszej Białorusi oraz Ukrainy. Pierwszym krajem zachodniej Europy, który sprowadził biedronkę azjatycką, była natomiast Francja. Naukowcy z Francuskiego Instytutu Badań Agronomicznych (INRA) sprowadzili ją w 1982 roku z Chin w celach ekasperymentalnych. Z czasem zaczęła być stosowana na szerszą skalę do biologicznej ochrony upraw zarówno na północy jak i na południu Francji. Wkrótce po tym, w latach 1984–1985 zaczęto ją sprowadzać do Portugalii w celu ochrony upraw owoców cytrusowych. W latach 90. XX wieku po raz pierwszy wypuszczono ją w takich krajach jak Grecja, Holandia, Niemcy, Belgia. W Grecji podobnie jak w Portugalii używano biedronkę azjatycką do ochrony upraw drzew cytrusowych, lecz także upraw fasoli, kukurydzy oraz warzyw. W Holandii została oficjalnie wprowadzona do obrotu handlowego jako produkt przeciwko mszycom

oraz innym podobnym szkodnikom roślin uprawnych i była powszechnie sprzedawana plantatorom. W Niemczech natomiast nie była nigdy przedmiotem handlu, aczkolwiek w okolicach Frankfurtu nad Menem była wypuszczana w celu ochrony upraw róż. Kolejne ognisko występowania biedronki azjatyckiej na terenie Niemiec zidentyfikowano w okolicach Hamburga. Ponadto biedronkę azjatycką introdukowano jeszcze w Hiszpanii, Szwajcarii oraz we Włoszech. Ostatnia introdukcja biedronki azjatyckiej na obszarze Europy miała natomiast miejsce w Czechach w 2003 roku (Brown i wsp., 2008). Kilka lat później pojawienie się tego gatunku odnotowano m.in. w Wielkiej Brytanii, Luksemburgu, Austrii i krajach Skandynawskich, gdzie wcześniej nie był on introdukowany w celach ochrony upraw (Brown i wsp., 2008).

### Biedronka azjatycka w Polsce

W Polsce biedronka azjatycka nie była nigdy introdukowana w celach ochrony upraw, a pierwsze doniesienie o pojawieniu się tego gatunku na terenie naszego kraju miało miejsce w 2006 roku. Osobniki biedronki azjatyckiej zauważone zostały wówczas na terenie Wielkopolski, w Poznaniu oraz w okolicach miejscowości Wronki. W następnym roku wystąpienia tego chrząszcza poza Wielkopolską odnotowywano także na Dolnym Śląsku, Mazowszu oraz na Pomorzu. W ciągu zaledwie 2 lat gatunek ten skolonizował znaczną część powierzchni naszego kraju, a w niektórych miejscach zaczął występować bardzo licznie (Ceryngier, 2008).

Centrum Badań Ekologicznych (CBE) należące do Polskiej Akademii Nauk (PAN) prowadziło od wiosny 2008 roku specjalne badania związane z monitoringiem rozprzestrzeniania się biedronki azjatyckiej na terenie Polski. Wystosowało ono apel do społeczeństwa o to, aby przypadki pojawienia się chrząszczy należących do

tego gatunku były dokumentowane, a następnie na bieżąco zgłaszane. Apel ten zyskał szeroki rozgłos społeczny, w monitoring zaangażowało się sporo osób, w tym także wielu pracowników naukowych i kilka ośrodków badawczych (Ceryngier, 2008).

Temat ten wzbudził wiele obaw społecznych oraz został szeroko rozpowszechniony w poszukujących sensacji mediach. W prasie codziennej pojawiło się wiele artykułów oraz komentarzy, które w dosyć dosadny sposób mówiły o tym, jak bardzo niebezpieczny dla ludzi, upraw i środowiska jest to gatunek i nieraz wyolbrzymiały rzekome niebezpieczeństwo ze strony biedronki azjatyckiej. Przykładowe artykuły z tamtego okresu to m.in. *Straszna biedronka* (Wprost, 12.05.2008), a także *Biedronka morderca* (Gazeta Wyborcza, 2.06.2008), które podobnie jak wiele innych starały się zwrócić uwagę na zagrożenia płynące ze strony tego owada, aczkolwiek informacje w nich zawarte nie zawsze były zgodne z rzeczywistością (Puszyński i Fiedler, 2009). Także w internecie temat ten był wielokrotnie poruszany i często publikowano informacje o tym, że biedronki azjatyckie zaatakowały konkretne miasta w Polsce.

### Morfologia osobników dorosłych oraz larw

Biedronka azjatycka jest dość dużą biedronką. Długość ciała dorosłych osobników waha się w przedziale 5–8 mm. Kształt ciała jest owalny. Biedronka azjatycka wykazuje bardzo dużą zmienność pod względem ubarwienia i wzoru na pokrywach (ryc. 1). W Europie występują głównie trzy morfotypy: *succinea*, *spectabilis* i *conspicua*. Pierwszy z nich obejmuje osobniki o jasnym zabarwieniu (żółtym, pomarańczowym lub czerwonym) i czarnych plamkach w liczbie od 0 do 21. Melanistyczne morfotypy *spectabilis* i *conspicua* mają czarne pokrywy z czterema (*spectabilis*) lub dwoma (*conspicua*) czerwono-pomarańczowymi plamami (Brown i wsp., 2008).

W inwazyjnym zasięgu występowania biedronki azjatyckiej (w obu Amerykach, w Europie i w Afryce) zdecydowanie przeważa morfotyp *succinea*, zaś formy melanistyczne *spectabilis* i *conspicua* stanowią niewielki odsetek (Staverløkk i wsp., 2007). Melanistyczne formy *spectabilis* i *conspicua* są natomiast bardzo często spotykane w Japonii (Komai i wsp., 1950).

Przedplecze u tego gatunku zabarwione jest na jasny kolor i może być białe, żółtawe, a czasami nawet pomarańczowożółte. Znajduje się na nim charakterystyczny wzór w postaci czarnej plamy przypominającej kształtem literę „M”. Nie zawsze jednak widoczna jest wyraźnie ukształtowana, ciągła litera „M”, gdyż dosyć często znak ten może być podzielony na kilka mniejszych plamek. Wzór na przedpleczu może być również uformowany w rozległy czarny pas, zakrywający większą część przedplecza i zostawiający tylko jasne plamy po jego bokach, co zdrza się zwłaszcza u czarno ubarwionych osobników. Różnice pomiędzy poszczególnymi osobnikami można dostrzec także w zabarwieniu spodniej strony ciała, która może przybierać barwę od żółtopomarańczowej do niemal całkowicie czarnej (Przewoźny i wsp., 2007).

Charakterystyczny wygląd mają także larwy biedronki azjatyckiej (ryc. 2). Długość larw jest ściśle powiązana ze stadium rozwojowym w jakim się znajdują. Larwy w okresie I stadium rozwojowego, tuż po wykluciu się z jaj, mają zaledwie ok. 2 mm długości, natomiast larwy znajdujące się w ostatnim IV stadium rozwojowym mają od ok. 7,5 do 11 mm. Larwy posiadają charakterystyczne wyrostki na grzbiecie i po bokach ciała, które powiększają się wraz z ich wzrostem. Także ubarwienie larw różni się w zależności od stadium rozwojowego. Na samym początku larwy ubarwione są jednolicie czarniawo. W okresie II stadium na powierzchni grzbietowo bocznej pierwszego i czasami drugiego segmentu odwłoka pojawia się pomarańczowe zabarwie-



Ryc. 1. Różnorodnie ubarwione osobniki biedronki azjatyckiej należące do morfotypów *succinea* oraz *spectabilis*

Źródło: <http://animaluki.blogspot.com>

nie. W III oraz IV stadium rozwojowym pomarańczowa barwa obecna jest na pierwszych 5 segmentach odwłoka, przy czym u larw znajdujących się w IV stadium zabarwione na żółtopomarańczowo są również wyrostki usytuowane na grzbietowej powierzchni I oraz IV i V segmentu odwłoka (Koch, 2003).

### Biologia i rozwój

Podobnie jak inni przedstawiciele rodziny biedronkowatych, biedronka azjatycka jest to drapieżny chrząszcz, u którego zarówno larwy, jak i postacie dorosłe polują na niewielkie owady, zwłaszcza na różne gatunki mszyc (Wiklaniec, 2010). Jej ofiarami mogą być różne stadia rozwojowe owadów, w tym również dosyć często zdarza się, że zjada jaja oraz larwy innych przedstawicieli rodziny biedronkowatych (Pell i wsp., 2008).

Gatunek ten wykazuje bardzo wysoką wydajność w niszczeniu populacji mszyc. Zarówno larwy, jak i sta-



Ryc. 2. Larwy biedronki azjatyckiej III (z prawej) i IV stadium rozwojowego (z lewej) pożerające larwę biedronki siedmiokropki (*Coccinella septempunctata*)

Źródło: <http://what-when-how.com>

dia dorosłe są w stanie zjeść nawet kilkadziesiąt osobników mszyc w ciągu dnia, aczkolwiek liczba ofiar jest uzależniona od gatunku (Pruszyński i Fiedler, 2009). W okresie kiedy liczebność populacji mszyc utrzymuje się na niskim poziomie, w pokarmie biedronki azjatyckiej istotnie zwiększa się udział innych drobnych pluskwiaków, takich jak czerwce, miodówki lub ochojniki. Ponadto pokarm wówczas mogą stanowić larwy i poczwarki innych gatunków owadów, a nawet rosa miodowa. Zauważalne jest wówczas także zjawisko kanibalizmu. Dzięki tego rodzaju „kombinacjom pokarmowym” więcej larw biedronki azjatyckiej jest w stanie przetrwać trudniejsze warunki i normalnie się rozwijać, nawet pomimo tego, że część z nich zostanie zjedzona przez swoich współplemieńców (Majerus i wsp., 2006).

U biedronki azjatyckiej można zaobserwować dwa rodzaje stanu obniżonej aktywności: hibernację (zimowanie) i estywację (sen letni). Tylko pierwszy

z tych stanów ma charakter diapauzy, tzn. genetycznie uwarunkowanego wstrzymania rozwoju w reakcji na zmniejszającą się długość dnia. Estywacja natomiast jest obniżeniem metabolizmu, do którego może dojść gdy jest zbyt ciepło i sucho (Hodek, 2012).

Biedronka azjatycka jako miejsca zimowania wybiera szczeliny i zakamarki wśród skał w górach, ale zimować może także wewnątrz budynków mieszkalnych oraz różnych pomieszczeń, do których dostaje się przez szczeliny oraz pęknięcia w okolicach dachu, okien lub drzwi (Mizell, 2001). Zimuje w dużych skupiskach zwanych inaczej agregacjami, przy formowaniu się których prawdopodobnie wykorzystywane są wydzielane przez poszczególne osobniki tzw. feromony, będące lotnymi sygnałami chemicznymi (Koch, 2003).

Zaobserwowane zostało, że podczas zimowania śmiertelność biedronki azjatyckiej była wyraźnie niższa niż niektórych rodzimych biedronek europejskich, np. biedronki dwukropki (*Adalia bipunctata*). Ponadto płodność samic, które przezimowały, była wyższa u biedronki azjatyckiej niż u rodzimych biedronek (Bazzocchi i wsp., 2004).

Wykazano również, że biedronka azjatycka jest gatunkiem o sporej tolerancji na niskie temperatury. Odporność na zimno zwiększa ona poprzez obniżenie tzw. punktu przechłodzenia ciała (ang. *supercooling point*). Dzięki temu może przetrwać krótki okres nawet w temperaturze stosunkowo silnego mrozu ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), aczkolwiek nie jest w stanie przeżyć w takich warunkach dłużej niż 1 dzień. Biedronka azjatycka może z kolei zimować w temperaturze od 0 do  $-5^{\circ}\text{C}$  (Wantanabe, 2002).

Rozwój osobniczy biedronki azjatyckiej, podobnie jak innych chrząszczy, zachodzi z przeobrażeniem zupełnym. Wyróżnia się stadium jaja, cztery stadia larwalne, stadium poczwarki oraz stadium osobnika dorosłego (*imago*). Długość rozwoju zależy od temperatury,

wilgotności oraz ilości dostępnego pokarmu. W warunkach laboratoryjnych, w temperaturze  $26^{\circ}\text{C}$  cały rozwój od jaja do stadium imago trwał nieco ponad 17 dni. Samica może w ciągu całego swojego życia złożyć nawet 3000 jaj, co świadczy o bardzo dużym potencjale rozrodczym tego gatunku. Dorosłe osobniki żyją przeważnie od 1 do 3 miesięcy, chociaż część z nich przeżywa nawet 3 lata. W ciągu roku gatunek ten wytworzyć może do 4 lub 5 pokoleń (Pruszyński i Fiedler, 2009).

Charakterystyczne dla biedronki azjatyckiej jest odbywanie w sezonie jesiennym dalekich lotów migracyjnych, które poprzedzają okres zimowania. Czas migracji zależny jest w dużej mierze od klimatu. Przykładowo, na Florydzie (południowo-zachodnia część USA) loty trwają od listopada do stycznia, natomiast w stanie Michigan, na północy kraju, migracje obserwuje się w październiku (Mizell, 2001).

Migrujące osobniki wykazują preferencję do lądowania na powierzchniach (np. ścianach zabudowań) o jasnym lub białym zabarwieniu oraz o ekspozycji południowej lub południowo-zachodniej (Koch, 2003).

### Pożyteczna rola gatunku

Biedronka azjatycka jest w stanie bardzo efektywnie ograniczać liczebność populacji mszyc (ryc. 3), a także innych owadów blisko spokrewnionych z mszycami jak czerwcze oraz miodówki. Jest to niewątpliwie bardzo istotne i pożądane z punktu widzenia produkcji rolnej oraz ogrodniczej, ponieważ wyraźnie przyczynia się do zmniejszenia strat w plonach powstałych w wyniku żerowania tych szkodliwych owadów. Zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe są bardzo żarłoczne i w ciągu dnia mogą zjeść nawet do kilkadziesiątu osobników mszyc.

Co ciekawe, *Harmonia axyridis* może również zjadać jaja szkodliwego w magazynach i przechowalniach



Ryc. 3. Dorosły osobnik biedronki azjatyckiej pożerający mszyce

Źródło: <http://www.lternet.edu>

żywności mklaka mącznego (*Ephestia kuehniella*), którego larwy rozwijają się w różnych produktach spożywczych, powodując ich uszkodzenie oraz zanieczyszczenie (Roy i wsp., 2006).

### Szkodliwość biedronki azjatyckiej oraz możliwości jej przeciwdziałania

Pomimo tego, że biedronka azjatycka zaliczana jest do chrząszczy drapieżnych, w niektórych okolicznościach, przede wszystkim przy braku pokarmu zwierzęcego, jest zdolna wyrządzać szkody w uprawach owoców (Goetz, 2008). Nierzadko w cieplejszych





Ryc. 4. Osobniki biedronki azjatyckiej żerujące na winogronach

Źródło: <http://www.plantmanagementnetwork.org>

okresach zdarza się, że osobniki biedronki azjatyckiej masowo zlatują się do sadów, a także winnic i niszczą rosnące tam owoce. Co więcej, chrząszcze żerujące na winogronach (ryc. 4) zebrane wraz z owocami mogą trafić do przetwórci na linię technologiczną produkcji wina. Tam wraz z zebranymi owaocami są rozgniataane. W konsekwencji powstałe wino ma mocno zaburzony smak, bowiem do produkowanego trunku dostają się obecne w chrząszczach alkaloidy o bardzo gorzkim smaku i pyrazyny o silnym, nieprzyjemnym zapachu. Niejednokrotnie wyprodukowany napój jest tak silnie zanieczyszczony, że w ogóle nie nadaje się do spożycia. Tego rodzaju sytuacje przynosiły spore straty finansowe producentom wina (Pruszyński i Fiedler, 2009).

Biedronka azjatycka przejawia wyraźnie większą „napastliwość” wobec człowieka niż inni przedstawicie-

le rodziny biedronkowatych i jest skłonna do zadawania ukąszeń. Joseph Kovach, amerykański naukowiec z Ohio State University postanowił na własnej skórze przebadać skłonność osobników biedronki azjatyckiej do gryzienia ludzi. W swoim eksperymencie przebadł łącznie ok. 640 osobników i wykazał, że skłonność do kąsania wykazywało ponad 25% z nich (Ceryngier, 2008). Uciążliwe dla ludzi są przypadki, kiedy osobniki biedronki azjatyckiej masowo zlatują się na zimę do wewnątrz budynków oraz różnych pomieszczeń mieszkalnych. Mogą wówczas intensywnie kąsać ludzi wywołując przy tym u niektórych reakcje uczuleniowe. Ponadto, ich wydzielina obronna (hemolimfa uwalniana przez stawy łączące uda z goleniami) może brudzić ściany, meble, a także sprzęt elektroniczny (Ceryngier, 2008). Jeśli wydzielina osobników biedronki azjatyckiej zostaną poplamione ubrania, plamy te później dosyć trudno jest usunąć (Durska i Ceryngier, 2010).

Biedronka azjatycka na kolonizowanych terenach staje się zagrożeniem dla gatunków biedronek rodzimych dla tych obszarów. Zagrożenie to wynika z silnej konkurencji między biedronką azjatycką i gatunkami rodzimymi związanej z podobieństwem ich nisz ekologicznych. Wynika to także z tego, że biedronka azjatycka często atakuje i zjada jaja, stadia larwalne, jak i postacie dorosłe innych gatunków biedronek (Majerus, 2006).

W Azji, na obszarze swojego pierwotnego zasięgu gatunek ten posiada wrogów naturanych. Są nimi m.in. pasożytnicze muchówki *Phalacrotophora philaxyridis*. Atakuje ona przedpoczwarki, czyli stadia przejściowe pomiędzy larwą a poczwarką. Larwa tego pasożytnika rozwija się bardzo szybko i w ciągu 24 godzin od momentu złożenia jaj staje się aktywna. Zaczyna wówczas



Ryc. 5. Lampa owadobójcza emitująca promieniowanie UV

Źródło: <http://www.okazje.info.pl>

pożerać od wewnątrz swojego żywiciela doprowadzając go w bardzo krótkim czasie do śmierci (Durska i Ceryngier, 2010).

W związku z faktem, że biedronka azjatycka jest gatunkiem wywierającym niekorzystny wpływ na środowisko naturalne, uciążliwym dla człowieka, a ponadto mogącym przynosić straty gospodarcze w uprawach, powinno się stale podejmować odpowiednie działania zmierzające do ograniczenia jej szkodliwości oraz rozprzestrzeniania się.

W celu uniemożliwienia osobnikom biedronki azjatyckiej wnikania do wewnątrz budynków mieszkalnych oraz pomieszczeń gospodarskich należy na początku bardzo dokładnie sprawdzić, czy nie ma obecnych dziur, szczelin oraz pęknięć w okolicach okien, drzwi, a także dachu. Znalezione tego rodzaju miejsca należy odpowiednio uszczelnić. Chrząszcze, które dostały się do wewnątrz budynków i utworzyły agregacje, należy we właściwy sposób usunąć (np. przy pomocy odkurzacza). W miejscach zacienionych, np. na strychach, dobrą i skuteczną metodą na wyłapywanie osobników biedronki azjatyckiej jest stosowanie wszelkiego rodzaju lamp owadobójczych (ryc. 5), które wykorzystują występujące u owadów zjawisko fototaksji. Mogą być

to lampy emitujące zarówno promieniowanie UV, jak i zwykle światło. W widnych pomieszczeniach dobrym rozwiązaniem są natomiast pułapki typu *window trap*, które umieszcza się na oknach. Zawierają one specjalne wkłady lepowe, są wolne od wszelkich pestycydów i mogą również służyć do monitoringu liczebności biedronki azjatyckiej (Kenis i wsp., 2008).

W przypadku masowych pojawów wewnątrz budynków, jak również w sadach, winnicach, uprawach krzewów jagodowych oraz uprawach polowych można zastosować niektóre rodzaje insektycydów. Biedronka azjatycka jest dosyć wrażliwa na większość substancji czynnych zawartych w insektycydach, przy czym większą wrażliwość wykazują stadia larwalne. Insektycydów absolutnie nie powinno się jednak prewencyjnie stosować w takich miejscach jak sady lub winnice (Kenis i wsp., 2008).

## Literatura

- Adriaens T, Gomez GSM, Maes D (2008). Invasion history, habitat preferences and phenology of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Belgium. In: *From Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia axyridis as a Model Species*. Springer. 69–88.
- Bazzocchi GG, Lanzoni A, Accinelli G et al. (2004). Overwintering, phenology and fecundity of *Harmonia axyridis* in comparison with native coccinellid species in Italy. *BioControl*. 49:245–260.
- Brown PMJ, Adriaens T, Bathon H et al. (2008). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl*. 53:5–21.
- Brown PMJ, Thomas CE, Lombaert E et al. (2011). The global spread of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): distribution, dispersal and routes of invasion. *BioControl*. 56:623–641.
- Ceryngier P (2008). Biedronka podbija świat. Badania nad rozprzestrzenianiem się *H. axyridis* w Polsce. *Academia*. 3 (15).
- Durska E, Ceryngier P (2010). Zadrowate (Diptera: Phoridae) kontra *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae). *Dipteron*. 26:7–10.
- Goetz DW (2008). *Harmonia axyridis* ladybug invasion and allergy. *Allergy and Asthma Proceedings*. 29:123–129.
- Kenis M, Roy H, Zindel R et al. (2008). Current and potential management strategies against *Harmonia axyridis*. *BioControl*. 53:235–252.
- Koch RL (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science*. 3:32.
- Majerus M, Strawson V, Roy H (2006). The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. *Ecological Entomology*. 31, 207–215.
- Mizell RF (2001). Multicolored Asian Lady Beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae). University of Florida. EENY204.
- Mrówczyński M, Wachowiak H (2009). *Mszyce – szkodniki zbóż*. www.wrp.pl. 06(58).
- Pell JK, Braverstock J, Roy H et al. (2008). Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: a review of current knowledge and future perspectives. *BioControl*. 147–168.
- Pruszyński G, Fiedler Ż (2009). Biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis* Pallas) – rzeczywistość i mity. *Postępy w Ochronie Roślin*. 49(4).1966–1971.
- Przewoźny M, Barłózek T, Bunalski M (2007). *Harmonia axyridis* (PALLAS, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) new species of ladybird beetle for Polish fauna. *Polish Journal of Entomology*. 76:177–182.
- Rezende MQ, Campos JLA, Coelho LMB et al. (2010). Coleoptera, Coccinellidae, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773): New record in Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List – Journal of species lists and distribution*. 6(3):465–466.
- Roy H, Brown P, Majerus M (2006). *Harmonia axyridis*: a successful biocontrol agent or an invasive threat?. *An Ecological and Societal Approach to Biological Control*. 15:295–309.
- Stals R, Prinsloo G (2007). Discovery of an alien invasive, predatory insect in South Africa: the multicoloured Asian ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *South African Journal of Science*. 103: 123–126.
- Staverlökk A, Sæthre M-G, Hågvar EB (2007). A review of the biology of the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae). *Norwegian Journal of Entomology*. 54:97–104.
- Wantanabe M (2002). Cold tolerance and *myo* – inositol accumulation in overwintering adults of a lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *European journal of entomology*. 99:5–9.
- Wiklaniec B (2010). *Entomologia – Entomologia szczegółowa*. Tom II. PRWiL, Poznań.

## Multicolored Asian lady beetle

Krzysztof Kołtąj

Multicolored Asian lady beetle (*Harmonia axyridis*) originates from middle-east Asia. It is an invasive species, which can be found in the majority of continents, due to its introduction on a wide range in USA and in Europe. It was commonly applied as a pest agent against aphids in the field crops, orchards, gardens and in greenhouses. In Poland this beetle was first time recorded in 2006. Since that moment it colonized substantial area of Poland. In 2008 the Polish Ecological Research Centre started to lead the monitoring of propagation of this species within the country. Despite the fact that this beetle is able to reduce very effectively the populations of aphids and other similar pests, it become a threat to native species of lady beetles and burdensome to people. Apart from this, Multicolored Asian lady beetle can cause some damage in fruit, what can take a place particularly when the level of populations of aphids is low. Especially wine producers suffered from financial losses caused by this insect. Before the winter it can quite often migrate in large number into the buildings and flats and stain the walls, furniture, clothes or electronic equipment. It can also bite people and cause allergic reactions at some of them. It is an aggressive predator with high reproductive potential. In the newly occupied habitats it can disturb the ecological balance of these places by displacing native species. Very characteristic for multicolored Asian lady beetle is extremely high morphological variability.

**Key words:** Multicolored Asian lady beetle, invasive species, introduction, aphids, threat to native species, morphological variability

# Laboratorium artysty – stworzenie *bio-artu*

Magdalena Lange

zgodność z PP – zob. s. 34

## Streszczenie:

Wskutek rozwoju nauki i biotechnologii człowiek znalazł się w momencie, w którym może „trzymać” w dłoni żywą komórkę i tworzyć z niej wszelakie formy będące wytworem sztuki. Ta możliwość zaprowadziła artystów do laboratorium. Artyści, dla których inspiracją artystyczną stała się współczesna biologia oraz biotechnologia, a materią najczęściej żywe: mikroorganizmy, rośliny, zwierzęta, komórki, ludzkie tkanki, określane są artystami bio-artu. W artykule tym, przedstawiając szereg prac tego kierunku w sztuce, obrazuję jak cząsteczka DNA i hodowla tkankowa przybrały artystyczną formę.

**Słowa kluczowe:** bio-art, biotechnologia, gen, hodowle tkankowe, laboratorium

otrzymano: 14.07.2014; przyjęto: 22.09.2014; opublikowano: 30.09.2014



**mgr Magdalena Lange:** Instytut Filozofii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

## Wprowadzenie

Postęp wiedzy naukowej zmienia naszą wizję świata. Odkrycie struktury DNA w 1953 roku stało się nowym punktem wyjścia do zrozumienia natury i biologii. Wtedy to rozpoczął się proces wyjaśniania zjawisk wcześniej w biologii niezrozumiałych, będących przedmiotem dociekań i wyobrażeń, pojawiła się biotechnologia. Współcześnie budując swoją wizję świata ludzkość dostrzega w nauce fascynujący, ale i zarazem niepokojący potencjał, dający przestrzeń, która stanowi miejsce dla indywidualnych interpretacji. Sztuka XX wieku zaadaptowała możliwość obserwacji komórek żyjących w modelach biologicznych dla wyrażania myśli oraz idei w świecie nauki i sztuki z różnym rozłożeniem akcentów – raz bardziej na tę pierwszą, innym razem na drugą. Płyny ustrojowe, krew, nasienie, komórki prokariotyczne i eukariotyczne rozszerzyły granice praktyk artystycznych. W ostatnich latach inżynieria tkankowa, rośliny i zwierzęta transgeniczne stały się zasobem materialnym dla artystów.

Dzięki rozwojowi nauki, w tym biotechnologii, człowiek znalazł się w momencie, w którym może „trzymać” w dłoni żywą komórkę i tworzyć z niej wszelakie formy będące wytworem sztuki. To z kolei doprowadziło do pojawienia się nowego „gatunku” artystów, którzy z pracowni przenoszą się do laboratoriów. I tak linia pomiędzy nauką a sztuką zaczyna się rozmywać, gdyż artyści sięgają po materiały tradycyjnie kojarzone z badaniami naukowymi i medycyną. Artyści *life-science* wykorzystują najczęściej żywe: mikroorganizmy, rośliny, zwierzęta, komórki, ludzkie tkanki. Dla tych, dla których inspiracją artystyczną stała się współczesna biologia wraz z technologią albo biotechnologia, określane są artystami bio-artu. W języku polskim nie ma jednoznacznego odpowiednika nazwy „bio-art”, która nie jest nazwą precyzyjną, gdyż sama praktyka bio-artu

obejmuje różne obszary, takie jak: kultury tkankowe, komórkowe, neuropsychologia, ale też tworzenie silikonowych rzeźb. W poniższej pracy przedstawię realizacje artystów których zainspirowała współczesna biologia.

## Między sztuką a nauką

W wieku dwudziestym nastąpiła wyraźna zmiana form sztuki, tym samym pojawiła się potrzeba zmian w teoretycznym podejściu definiowania sztuki. I tak teoria i historia sztuki oraz estetyka, chcąc dotrzymać kroku i wyzwaniu, jakie stawia sztuka współczesna, musiały przekształcić swoje koncepcje i ramy teoretyczne. Identyfikacja obiektu jako dzieła sztuki to w ostatnich latach cel podejmowany przez filozofię sztuki. Współczesna sztuka kreując prawie wszystko za pomocą wszystkich możliwych środków, w tym manipulując na żywym materiale, wymyka się tradycyjnym obiektom estetycznym z zakresu malarstwa i rzeźby. Jest to ogromne wyzwanie filozofii i definicji sztuki. Idąc za Arthurem Danto, po śmierci czy końcu sztuki, w momencie kiedy sztuka zanika w mnogości obiektów estetycznych ponownie pojawia się pytanie: czym dziś jest sztuka i czy wszystko może być dziełem sztuki (Danto, 2013)?

W przypadku dzieł bio-artu granica pomiędzy sztuką i nauką jest niejasna. Projekty wynikają z połączenia tych dwóch dyscyplin i związek ten staje się hybrydą.

Ostatnie zainteresowanie sztuki nauką ma jednak swoje wielowiekowe korzenie, najbardziej wyraziste w twórczości osoby uosabiającej podejście naukowe i artystyczne. Prototypem takiego osobowego zjawiska jest Leonardo da Vinci. Obrazem symbiozy ludzi sztuki i nauki z XVIII wieku są ilustracje zjawisk botanicznych czy zoologicznych, wykonanych przez członków ekspedycji badawczych. W tym badawczym poznaniu nauka i sztuka żyły razem. Kolejnym przykładem są obrazy



sekcji anatomicznych, które służą nauce i zarazem poruszają wyrazem artystycznego przetworzenia. *Lekcja Anatomii* Rembrandta oddaje technikę i mistykę badania pośmiertnego.

Jednak współcześnie artyści wykorzystują obrazy będące wyrazem głębszego wejrzenia w istoty żyjące, już nie na poziomie spostrzegania gołym okiem – sięgają na przykład do widocznej na żelach rozdzielających DNA kompozycji matrycy genetycznej oraz do obserwacji struktur komórki. Technologiczny postęp w biologii skłania artystów do wykorzystywania nowych środków wyrazu i obrazowania z wykorzystaniem narzędzi współczesnej biotechnologii. Zmiana, a może postęp, dotyczy również zrozumienia i zaadaptowania przez artystów racjonalnych przesłanek metod stosowanych w biologii w celu krytycznego poznania, któremu te techniki służą. Nie jest to więc jedynie odtworzenie tego, co jest widoczne, lecz raczej (z pełnym zrozumieniem) przetworzenie artystyczne pojętej przez artystów prawdy biologicznego poznania. Opisana ta transgresja (tak bowiem można określić przenikanie pomiędzy artystami i naukowcami chęci poznania i osiągniętej wiedzy) prowadzi do tego, że bio-artysty pracują w laboratorium i tworzą na płytkach hodowlanych czy w bioreaktorach.

Temat bio-artu podjęli w literaturze m.in. Robert Mitchell (autor pracy według większości uważanej za najważniejszą z tego zakresu: *Bioart and the Vitality of Media*), artystka i pionierka bio-artu Suzanne Anker (publikacja wraz z Dorothy Nelkin *The Molecular Gaze: Art in the Genetic Age* oraz liczne artykuły), filozofka Ingeborg Reichle (*Art in the Age of Technoscience. Genetic Engineering, Robotics, and Artificial Life in Contemporary Art*), a także australijski duet Oron Catts i Ionat Zurr z *Tissue Culture and Art Project*. W Polsce temat ten praktycznie nie istnieje. Jedyna szerzej znana naukowa publikacja poruszająca tematykę bio-artu

i żywej materii będącej medium artystycznym, to praca Moniki Bakke *Bio-transfiguracje. Sztuka i estetyka posthumanizmu*. Poza tym temat ten pojawia się sporadycznie w przestrzeni pozanaukowej: tygodniki opinii oraz fora i blogi internetowe.

## Definicje bio-artu

Eduardo Kac, jeden z pierwszych i główny artysta omawianego nurtu, używa terminu „bio-art” chcąc określić prace wymagające bio-agentów, czyli zaangażowane do tworzenia organizmy żywe (np. bakterie, wirusy, grzyby) (Kac, 2009). Artystka Marta de Menezes opisuje bio-art jako sztukę tworzoną w próbkach, wymagającą współpracy artysty z naukowcem i laboratoriów jako atelier (De Menezes, 2002). Z kolei Steven Wilson, teoretyk zajmujący się związkami sztuki z nauką, charakteryzuje ten nurt jako sztukę odwołującą się do bioinżynierii, genetyki, eksperymentów hodowlanych (w tym też hodowli komórkowych i tkankowych) oraz jako inne projekty artystyczne zawierające materiał biologiczny (Wilson, 2003). Artysta i teoretyk bio-artu George Gessert określa zaś bio-art jako aktywność artystyczną wykorzystującą niekoniecznie żywą materię, ale ogólnie odzwierciadlającą wydarzenia i procesy naukowe, wydobywającą znaczenie kulturowe, społeczne i polityczne związane z biotechnologią. Bio-art jest dla niego sztuką, w której biotechnologia jest metaforą i tak zwanym kreatywnym substratem, dając produkt widoczny dla publiczności i otwierający okno do kontemplacji nad przyszłością nauki (Gessert, 2009).

## Przykłady dzieł bio-artu

Przegląd wybranych dzieł bio-artu rozpocznę przykładem pracy sięgającej po cząsteczkę DNA czyli „Mona Lisę nowoczesnej nauki” – tak historyk sztuki Martin

Kemp nazwał ją na łamach czasopisma *Nature*. Sięgnął po nią Eduardo Kac. Artysta ten zaprojektował gen *Genesis*. Biblijną frazę z Księgi Rodzaju „Niech człowiek panuje nad rybami morskimi i nad ptactwem niebios, i nad wszystkimi zwierzętami poruszającymi się po ziemi” („Let man have dominion over the fish of the sea, and over the fowl of the air, and over every living thing that moves upon the earth”) Eduardo Kac przełożył na alfabet Morse’a. Uzyskany kod przepisał odpowiednio na zasady purynowe i pirymidynowe – zasady azotowe wchodzące w skład DNA. Uzyskał w ten sposób fragment kwasu, który uznał za gen. Zaprojektowany gen został wprowadzony do genomu bakterii, amplifikowany i pokazany jako klip wideo w galerii; wizja była dostępna dla odbiorcy za pomocą Internetu. Ideą projektu było to, że zaprojektowany gen mógł zostać zmieniony przez każdego spośród publiczności internetowej obserwującej transgeniczny genom poprzez skupienie światła ultrafioletowego na wybranych częściach genomu, to z kolei mogło powodować rzeczywiste mutacje transgenicznego genomu. Zmiany dokonane przez UV spowodowane mutacjami w genomie bakterii Kaca przepisało, wyrażono za pomocą alfabetu Morse’a, a następnie przetłumaczono na język angielski otrzymując: „Let man have dominion over the fish of the sea and over the fowl of the air and over every living thing that moves upon the earth”.

Do tzw. tajemnicy zapisanej w strukturze kwasów nukleinowych sięgnął rzeźbiarz i malarz Marc Quinn, który w swoich pracach bada relacje między sztuką i nauką. W jednej ze swoich prac wziął tę wspomnianą tajemnicę – komunikat dosłownie. W pracy *The Garden*, zamiast figury Adama i Ewy w towarzystwie zwierząt (jak w obrazie z 1504 roku *The Garden of Earthly Delight* niderlandzkiego malarza *Hieronima Boscha*) autor wkomponował próbki DNA. Praca stanowi tryptyk ze stali nierdzewnej z płytami sklonowanego DNA,

75 okienek płyty stanowią próbki DNA roślin, dwie pozostałe zawierają próbki ludzkiego DNA. Autor opisuje pracę w ujęciu religijnym, odwołując się między innymi do Rajskiego Ogrodu i obrazu Hieronima Boscha. Cytując słowa autora: „jeśli podąży się wstecz drogą łańcucha DNA wszystkich roślin i dwójki ludzi, odnajdzie się jednokomórkową amebę, która to jest Rajskim Ogrodem” (Anker, 2008). Jednak obraz *The Garden* Quinna nie przedstawia już, jak to ma miejsce w pracy Boscha, co może się stać z DNA w piekle. Można więc przypuszczać, że piekło zniknie w konfrontacji z obecnymi danymi naukowymi, które zastępują religię w wyjaśnianiu tła naszej egzystencji.

Gros artystów koncentruje się na wykorzystaniu nowoczesnej biotechnologii jako narzędzia do tworzenia bytów hybrydowych. Przykładem takiego podejścia jest projekt Yiannis Melanitis i Marta de Menezes *Leda*, czyli motyl z wprowadzonym do genomu za pomocą mikroiniekcji genem ludzkim, a także królik artysty Eduardo Kaca. Projekt Kaca *GFP Bunny* (od *Green Fluorescent Protein* – białko zielonej fluorescencji) to królik Alba, któremu został wprowadzony do zygoty naturalnie występujący u meduzy *Aequorea victoria* gen fluorescencji. Efektem jest emitujący jasne, zielone światło organizm transgeniczny.

Nowy rozdział w bio-arcie otwiera australijski duet Ionat Zurr i Oron Catts z Tissue Culture and Art Project (Projekt Hodowle Tkankowe i Sztuka). Artyści grupy TC&A otwarcie ogłosili swoje osobiste zaangażowanie w manipulację żywymi organizmami. Wykorzystują manipulacje komórkami somatycznymi i macierzystymi jako medium artystycznego wyrazu. Na ich pracę *The Semi-Living Worry Dolls* (*Pół-żyjące lalki troski*) lub pod nazwą *Art(ificial) Wombs* (Sztuczne/Artystyczne Łona) składają się – jak sami artyści je nazwali – pół-żyjące obiekty-lalki, które poprzez swoje odwołanie do tradycyjnych lalek z Gwatemali, którym dzieci przeka-

zują swoje troski, mają – jak piszą autorzy – poruszyć temat biotechnologii, niepokoju i niepewności związanej z jej zastosowaniem. Tak zwane *Semi-Living Dolls* zostały wyhodowane na zaprojektowanym przez artystów szkieletcie polimerowym z żywych komórek macierzystych pobranych od myszy. Wykorzystana później nie chirurgiczna nadała określony, pożądany kształt. Hodowla odbywała się w standardowo przygotowanym bioreaktorze utrzymującym niezbędne dla hodowli środowisko. Ważną część projektu stanowią zarówno procedury laboratoryjne, jak i forum internetowe zbierające wyrażane przez odbiorców opinie, w tym niepokoje związane z rozwojem biotechnologii.

Kolejną ich instalacją są *Pig Wings*. Artyści przeprowadzili hodowlę komórek tym razem na polimerowych rusztowaniach w kształcie skrzydeł reprezentujących: dobre skrzydła (ptaków) i złe (nietoperzy) oraz chimeryczne.

Odnosnie powyższego projektu zastanawiające, jeśli nie kontrowersyjne, jest ich oświadczenie dotyczące ksenotransplantacji. Dla zachowania przejrzystości prezentacji głosu artystów w sprawie, przywołam dosłownie ich wypowiedź w języku angielskim:

Xenotransplantation is the transplantation of cells, tissues or organs from non-humans. This procedure crosses a species barrier that has evolved over millions of years. Furthermore, the procedure involves genetic manipulation and insertion of human genes into the animal (mainly pig) genome for better compatibility. The human-animal cross, from a biomedical perspective, presents new procedures and new risks that can only be assessed in a perspective of a time scale of more than one-generation. As all of these technologies will become more available in different forms and different prices, the idea of Organ Farms (for replacement, modification and enhancement) might become a reality. Body parts made out of different animals tissues might become objects of desire. The traditional view of a body as one autonomous unchangeable self will go through a radical change. Body parts are designed, exchanged, replaced and sustained in

a semi-living state as part of the environment. Animals are being used as a bioreactor for the growth of other parts. Naturally... non-humans animals such as pigs will become the “vessels” for the growth of ears, noses and other body decorations” (Zurr i Catts, 2002).

Po polsku wypowiedź ta brzmi:

Ksenotransplantacja to przeszczepienie komórek, tkanek lub narządów między osobnikami należącymi do różnych gatunków. Procedura ta przewyższa barierę gatunkową, która rozwinęła się na przestrzeni milionów lat. Ponadto obejmuje ona manipulacje genetyczne polegające na wprowadzeniu ludzkich genów do genomu zwierzęcia (najczęściej do genomu świni). Z biomedycznego punktu widzenia ksenotransplantacja na linii człowiek – zwierzę wprowadza nowe procedury i zagrożenia, które mogą ujawnić się w przyszłości. Ponieważ wszystkie nowe technologie staną się bardziej dostępne w różnych formach i też różnych cenach, idea tzw. farm narządów może stać się rzeczywistością. Części ciała powstałe z tkanek różnych zwierząt mogą stać się obiektem pożądania. Wówczas tradycyjny obraz, wyobrażenie ciała jako jednego, autonomicznego niezmiennego „ja” ulegnie radykalnej zmianie. Części ciała zostaną zaprojektowane, zastąpione i utrzymane w stanie pół-życia. Zwierzęta, na przykład świnię, staną się bioreaktorami, będą naczyniami dla wzrostu na przykład uszu, nosa i innych części ciała (tłum. M.L.).

W pół-żywych obiektach Ionat Zurr i Oron Catts bardzo wyraźnie pojawia się problem etyczny. Pojawia się jednak pytanie, czy dotyczy on samych prac artystów, czy szerzej dotyka on kwestii inżynierii tkankowej, a może jeszcze dalej: kierunku, w jakim idzie nauka i technologia? Właśnie tę kwestię podejmują artyści, tak jak wspominał George Gessert również zaliczani do bio-artu, wykorzystujący niekoniecznie żywą materię dla wyrażenia niepokoju związanego z biotechnologią. Silikonowe rzeźby Patricii Piccinini przedstawiają transgeniczne istoty. Malarz Alexis Rockmann obrazem *The Farm*, w której autor przedstawiając chimery (szereg transgenicznych gatunków roślin i zwierząt), zastanawia się nad konsekwencjami eksperymentów

naukowych. Podobnie jak manekin-instalacja *Tomato Head* (sylwetka człowieka z głową wielkiego pomidora) Paula McCarthy'ego.

## Zakończenie

Powyższe prace skłaniać mogą do refleksji nad etyką bio-artu. W ich kontekście można też postawić pytanie, czy nauka inspirowała sztukę czy po prostu wyposaża artystów w nowoczesne narzędzia. Jednak przede wszystkim prowadzą one do przemyśleń na temat kondycji i pozycji człowieka we wszechświecie.

## Literatura

- Anker S (2008). *Technogenesis: Aesthetic Dimensions of Art and Biotechnology Altering Nature*. Philosophy and Medicine series, Springer Netherlands.
- Anker S, Nelkin D (2003). *The Molecular Gaze: Art in the Genetic Age*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Bakke M (2010). *Bio-transfiguracje. Sztuka i estetyka posthumanizmu*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Danto A (2013). *Po końcu sztuki. Sztuka współczesna i zatarcie się granic tradycji*. Tłum. Salwa M. Kraków: Univeristas
- Gessert G (2009). *Green Light: Toward an Art of Evolution*. Cambridge: The MIT Press Leonardo.
- Kac E (2009). *Sign of Life Bio Art and Beyond*. Cambridge: The MIT Press Leonardo.
- De Menezes M (2002). *The laboratory as an art studio. The aesthetics of care?* Perth: Symbiotica.
- Mitchell R (2010). *Bioart and the Vitality of Media*. University of Washington Press.
- Nelkin D (2001). *The gene as a cultural icon: Visual images of DNA*. Art Journal 55.
- Reichle I (2009). *Art in the Age of Technoscience. Genetic Engineering, Robotics, and Artificial Life in Contemporary Art*. New York: Springer.
- SymbioticA (2002). *The Aesthetics of Care?: The Artistic, Social and Scientific Implications of the Use of Biological/medical Technologies for Artistic*. University of Western Australia. Institute of Advanced Studies.
- Wilson S (2003). *Information Arts. Intersections of Art, Science, and Technology*. Cambridge: The MIT Press Leonardo.

Zurr I, Catts O (2002). *The Aesthetics of Parts: humans and other animals are 'becoming' each other*. Dostępny na: <http://www.tca.uwa.edu.au/pig/parts.html> Dostęp 12.06.2014.

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Przyroda – IV etap edukacyjny (przedmiot uzupełniający)

Cel: Rozumienie metody naukowej, polegającej na stawianiu hipotez i ich weryfikowaniu za pomocą obserwacji i eksperymentów.

B. Nauka i technologia. 16. Nauka i sztuka.

### Artist's laboratory. Creation of Bio-art

Magdalena Lange

As a result of the development of science, biotechnology the man found himself at the moment in which he can hold the living cell in his hand and create all kinds of forms with it. This possibility led artists to the laboratories. Artists, for whom modern biology and biotechnology has become an artistic inspiration, and the artistic medium mostly living: microorganisms, plants, animals, cells, human tissue, are called as the artists of bio-art. Presenting the bio-art works according to their characteristics, I am showing how the DNA molecule and tissue culture shaped the artistic form.

**Key words:** extreme conditions, extremophiles, thermophiles, life in space



# Projekt badawczy w projekcie edukacyjnym

## Jak doktoranci planują zajęcia dydaktyczne z zastosowaniem metody projektu?

Eliza Rybska

### Streszczenie:

W zależności od ujęcia projekt jest metodą lub strategią nauczania (Nowacki i wsp., 1999). W niektórych źródłach zaliczany do grupy metod nauczania przez dociekanie (ang. inquiry based learning) (Bransford i in., 2000). Metody nauczania oparte na dociekanii zyskują coraz bardziej na popularności, także w dydaktyce akademickiej. W niniejszej pracy przedstawiono analizę jakościową 25 projektów zajęć dydaktycznych opracowanych przez doktorantów Wydziału Biologii UAM, w których projekt badawczy był składnikiem projektu edukacyjnego, a całość była propozycją zajęć dla studentów tegoż wydziału.

**Słowa kluczowe:** metoda projektu, dydaktyka akademicka

otrzymano: 13.01.2014; przyjęto: 29.05.2014; opublikowano: 30.09.2014



**dr Eliza Rybska:** Wydziałowa Pracownia Dydaktyki Biologii i Przyrody, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Treści zawarte w niniejszym artykule zostały wygłoszone na konferencji naukowej „Dydaktyka szkoły wyższej – okiem biologa i pedagoga” (9 czerwca 2014 roku, Uniwersytet Warszawski), zorganizowanej przez Pracownię Dydaktyki Biologii Wydziału Biologii UW.

## Wprowadzenie

Zalety edukacyjne projektu, który w zależności od ujęcia jest metodą lub strategią nauczania, są niekwestionowane. Sama metoda coraz bardziej zyskuje na popularności. Dzieje się tak głównie ze względu na angażowanie uczącego w proces nauczania. Nie bez znaczenia są także inne zalety tej metody, takie jak rozwijanie u uczniów umiejętności pracy zarówno samodzielnej jak i w zespole (Nowacki i wsp., 1999), ich odpowiedzialności, a także kształtowanie postaw i zachowań prospołecznych (Knoll, 1997).

W kontekście stosowania tej metody pojawiają się jednak ważne pytania. Czy każdy prowadzący potrafi wdrażać tę metodę? Czy jest przekonany o jej skuteczności? Czy w pełni wykorzystuje jej potencjał?

Celem przeprowadzenia analizy jakościowej propozycji zajęć dydaktycznych z wykorzystaniem metody projektu poproszono doktorantów Wydziału Biologii UAM o przygotowanie takowych opisów. W zadaniu tym wymagano również wplecenia projektu badawczego w projekt edukacyjny i zaplanowaniu całości w taki sposób, aby treści, których realizację zakłada się w sylabusach dla danego przedmiotu mogły zostać zrealizowane podczas zajęć prowadzonych według przygotowanych propozycji. Praktyka taka różni się nieznacznie od tej, która ma miejsce w edukacji na poziomie szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, gdzie (przynajmniej według założeń) uczniowie mają dowolność wyboru tematu projektu. Niemniej sama metoda jest podobna, a wnioski wypływające z jej implementacji mogą okazać się interesujące również dla nauczycieli tychże szkół. W analizowanych 25 pracach oceniano: temat/tytuł projektu, jego cele, interdyscyplinarność, dobór metod edukacyjnych, harmonogram i podział zadań, podane kryteria oceny studentów, propozycję prezentacji efektów i sposób ewaluacji projektu.

Poniżej, po zaprezentowaniu krótkiej informacji nt. idei projektu i jej historii, przedstawione zostały metoda tej analizy oraz jej wyniki i ich dyskusja.

## Metoda projektu – idea i jej historia

Dość długo za twórcę metody projektu uważano Kilpatricka. Niemniej dokładniejsze badania wykazały, że początków tej metody można już dopatrywać się w XVI-wiecznej szkole, kiedy projekt wdrażano w kształceniu architektów w Accademia di San Luca we Włoszech. Wówczas to architekci, nie chcąc być więcej traktowani jak rzemieślnicy, opracowali sposób łączenia sztuki i nauki w projektowaniu budynków, aby były jednocześnie piękne i użyteczne. W XVIII w. miano już stosować metodę projektu w szkołach technicznych i przemysłowych w Europie, a w XIX w. miała być powszechnie stosowana w powszechnej edukacji w Stanach Zjednoczonych (Knoll, 1997; Chałas, 2004). Nowego wymiaru tej metodzie nadał J. Dewey, który zwracał uwagę na jej zalety w tym łącznie teorii z praktyką, stymulowanie motywacji do pracy czy twórcze podejście (Knoll, 1997; Chałas 2004). Kilpatrick był kontynuatorem idei wdrażania metody projektu w rzeczywistość szkolną, sformułował też klasyczną definicję i opis metody projektu (Trończak, 2011). Kilpatrick (1918) uważał, że projekt nie jest metodą, a „naczelną zasadą dydaktyczną (...), jest on odważnym, planowym działaniem wykonywanym całym sercem w środowisku społecznym”.

Sama nazwa „projekt” powszechnie rozumiana jest jako „pomysł”, „zamiar” czy „plan” (Trończak, 2011). W edukacji projekt jest „terminowym zadaniem wymagającym podejmowania różnych aktywności, realizowanym samodzielnie przez uczniów według przygotowanego wcześniej planu” (Klimowicz, 2009). Mimo, że jak zauważa również Trończak (2011), znaczenie tego

terminu ostatnio bardzo się rozszerzyło to zastosowanie tej metody zdaje się zyskiwać na popularności. Ponadto w Danii projekty są integralną częścią edukacji na każdym etapie – od przedszkola przez szkoły średnie i uniwersytety aż po kursy dla dorosłych (Illeris, 1991). Ponadto nauka, business, świat coraz częściej rozwija się i pracuje „projektami”, a nie „etatami”, warto zatem wdrażać tę metodę również w pracy ze studentami na polskich uczelniach. W polskim systemie edukacji metoda projektu zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 20 sierpnia 2010 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach został nałożony na szkoły gimnazjalne obowiązek stworzenia uczniom warunków do wykonania projektów edukacyjnych.

W literaturze przedmiotu spotkać można różne opisy dotyczące liczby etapów projektu najczęściej od trzech do siedmiu (Trończak, 2011). W przytoczonym Rozporządzeniu MEN wyróżniono 4 działania w ramach realizacji projektu w szkołach gimnazjalnych:

- 1) wybranie tematu projektu;
- 2) określenie celów projektu i zaplanowanie etapów jego realizacji;
- 3) wykonanie zaplanowanych działań;
- 4) publiczne przedstawienie rezultatów projektu.

Nehring (2005) wyróżnia siedem faz projektu: wybór tematu, określenie celów, zawarcie kontraktu, opracowanie programu i harmonogramu działań, realizację projektu, jego prezentację i ocenę. Niezależnie od liczby tych etapów, zawsze projekt musi obejmować plan działań (wraz z wyszczególnionymi celami), realizację projektu i jego ocenę (ewaluację).

W dydaktyce szkoły wyższej ciągle ważnym źródłem informacji są podręczniki akademickie, które nie umniejszając ich naukowości, nie są zaprojektowane jako typowe narzędzia nauczania. Jak zauważają Kop-

pal i Caldwell (2004), większość podręczników opisuje kluczowe idee, które powinni poznać studenci, jednak idee te są z reguły prezentowane jako izolowane fragmenty informacji. W rezultacie odbiorcy (studenci) rzadko mają okazję, aby łączyć te izolowane fragmenty informacji w większe całości, co jest niezbędnym krokiem w kształtowaniu spójnego, całościowego rozumienia biologii. Projekt, dzięki swoim zaletom ułatwia tworzenie tych połączeń między różnymi informacjami. Lord (2001) zalicza projekt do metod uczenia przez współpracę (ang. cooperative learning). Będąc profesorem biologii na Indiana University of Pennsylvania Lord opisuje swoje doświadczenia z wdrażania metody projektu w pracy ze studentami. Wśród zalet prowadzenia zajęć metodą projektów Lord wymienia m.in: wzmacnianie rozumowania i myślenia naukowego, wpływanie na ogólne pozytywne nastawienie do przedmiotu i chęć podejmowania kolejnych wyzwań, umożliwianie zastosowania nowych informacji w praktyce, stwarzanie środowiska nauczania, w którym aktywną częścią sytuacji edukacyjnych są sami studenci, rozwijanie umiejętności praktycznych, kompetencji społecznych i inne.

## Materiał i metody

Doktoranci Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, uczestnicy kursu przygotowania pedagogicznego, zostali poproszeni o przygotowanie zajęć dla studentów w ramach prowadzonych przez siebie przedmiotów. Poproszono ich, aby opracowane przez nich propozycje zawierały metodę projektu, oraz aby w projekcie edukacyjnym zamieszczony był projekt badawczy, który mieliby wykonać studenci. Do analizy wybrano 25 projektów przygotowanych przez doktorantów. W propozycjach tych wyróżniono dwa główne nurty zainteresowań: biologia molekularna i biologia środowiskowa.

Zastosowano jakościową analizę indywidualną dokumentów, która była jednocześnie przykładem wewnętrznej analizy treści (Łobocki, 2011). Na podstawie danych literaturowych i własnego doświadczenia wyróżniono osiem elementów oceny projektów.

Elementy projektów studenckich, które poddano ocenie, to:

1. Temat/tytuł projektu – oceniany był w trzech głównych kategoriach: atrakcyjność (czy temat jest intrygujący dla odbiorców), problemowość (problemowe ujęcie zagadnienia), uzasadnienie wyboru tematu. Wszystkie kategorie oceniano w skali od 0 do 1.
2. Cele projektu – oceniano pod kątem 5 wymienianych w literaturze zasad formułowania celów, tzw. SMART (Doran, 1981). Ocena dokonywana była w skali od 0 do 1. Każdy wymieniony przez studenta cel był oceniany pod kątem spełniania wymogu bycia:
  - prostym (szczegółowym)
  - mierzalnym,
  - osiągalnym (realnym),
  - istotnym (ambitnym),
  - terminowym (zorientowanym w czasie).

Łącznie analizie poddano 119 celów podanych w 25 analizowanych pracach.

Pozostałe elementy projektu oceniano w skali od 0 do 3, gdzie 0 oznaczało brak występowania ocenianego elementu, 1 – zarys elementu pojawiał się w pracy, 2 – dany element występował w pracy, ale w stopniu niewystarczającym, a 3 oznaczało, że jego obecność w projekcie jest wyraźnie zaznaczona i występował on w stopniu wystarczającym.

Elementy podlegające opisanej ocenie to:

3. Interdyscyplinarność – konieczność jej występowania w metodzie projektów wynika z samej istoty tej metody, która powinna być bliska życiu.

John Dewey miał napisać: „School should be less about like life preparation for life and more itself” (szkoła powinna mniej przygotowywać do życia, a bardziej powinna być jak życie) (za Bransford i wsp., 2000). Interdyscyplinarność w tym wypadku oznacza otwartość projektu, możliwość łączenia w sobie treści i form pracy różnych dyscyplin (Szulc-Kurpaska, 2011).

4. Dobór metod edukacyjnych
5. Harmonogram zadań
6. Podział zadań (ról)

Wymienione trzy punkty (4-6) wpisują się w etap projektu nazywany: opracowanie programu i harmonogramu działań (Nehring 2005).

7. Podane kryteria oceny studentów

Kryteria oceny studentów powinny być zaplanowane od samego początku, wpisują się one w etap projektu określany jako zawarcie kontraktu, w którym znajdują się elementy takie jak np. raport (Nehring, 2005).

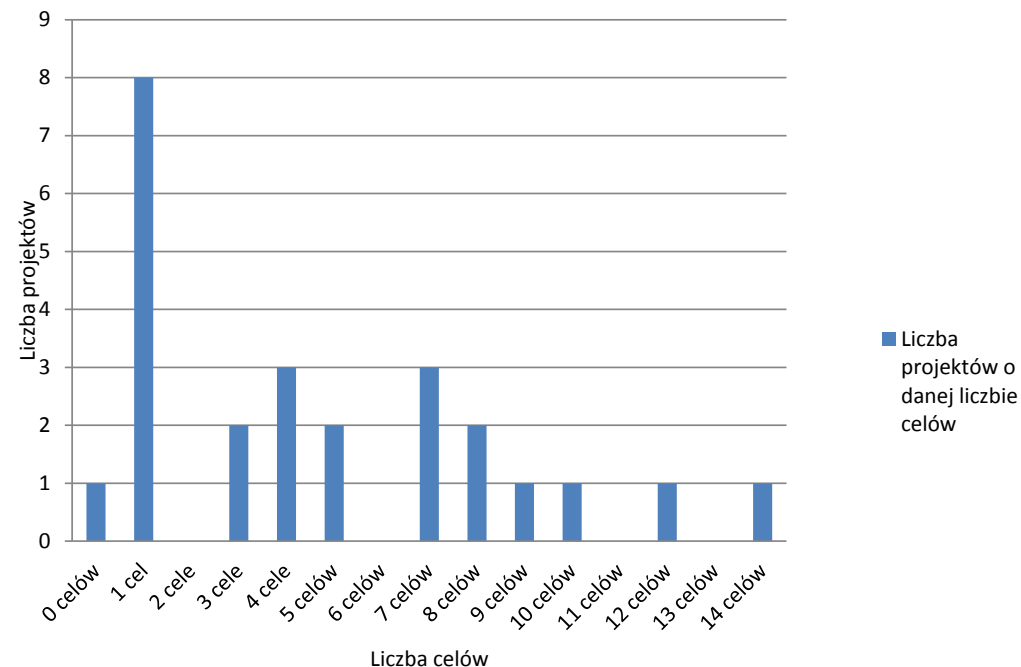
8. Prezentacja efektów i ewaluacja projektu, które również są niezbędnym elementem każdego projektu.

## Wyniki i dyskusja

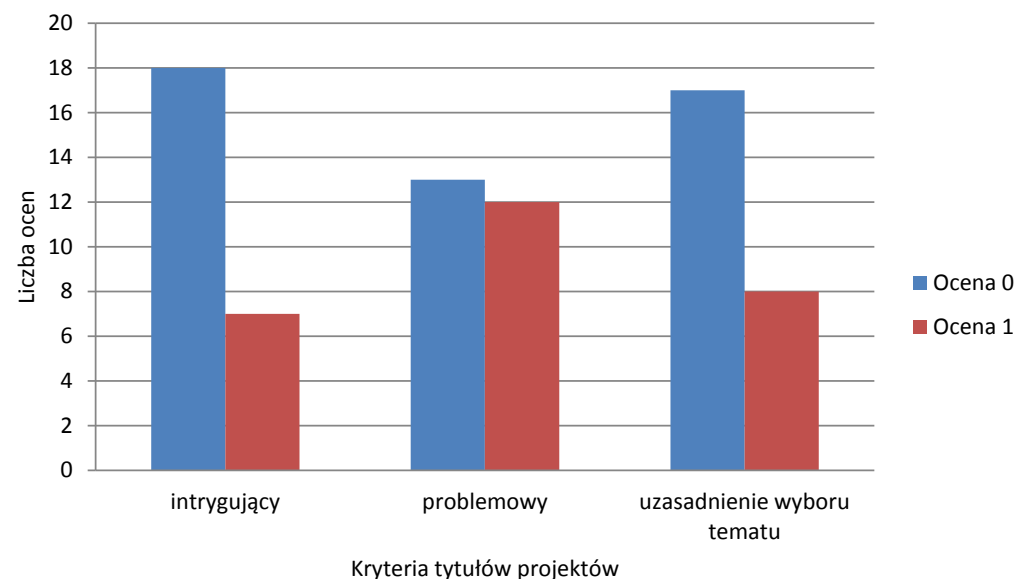
### Tytuły projektów

Tytuły projektów zaproponowane przez doktorantów oceniano pod kątem trzech kryteriów. Wyniki przeprowadzonej oceny przedstawiono na ryc. 1. Zaproponowanie tytułu dla opracowanego projektu nie było łatwym zadaniem dla studentów. Czasem propozycje te przypominały tytuły projektów badawczych (np. „Występowanie genów integraz i genów oporności na antybiotyki w metagenomie wodnym”), innym razem były zbyt proste, jak na proponowany etap edukacyjny (np. „Czy człowiek da się nabrać na zabieg mimi-

Ryc. 1. Ocena tytułów projektów



Ryc. 2. Liczba projektów o danej liczbie celów





kry u muchówki *Eristalis tenex* (Gnojka trutniowata)?”). Bywały też tytuły zbyt ogólne np. „Bioinformatyka”. W badanej grupie projektów najlepiej zrealizowanym kryterium była problemowość zagadnienia zamieszczonego w tytule. Kryterium to spełniało 12 projektów.

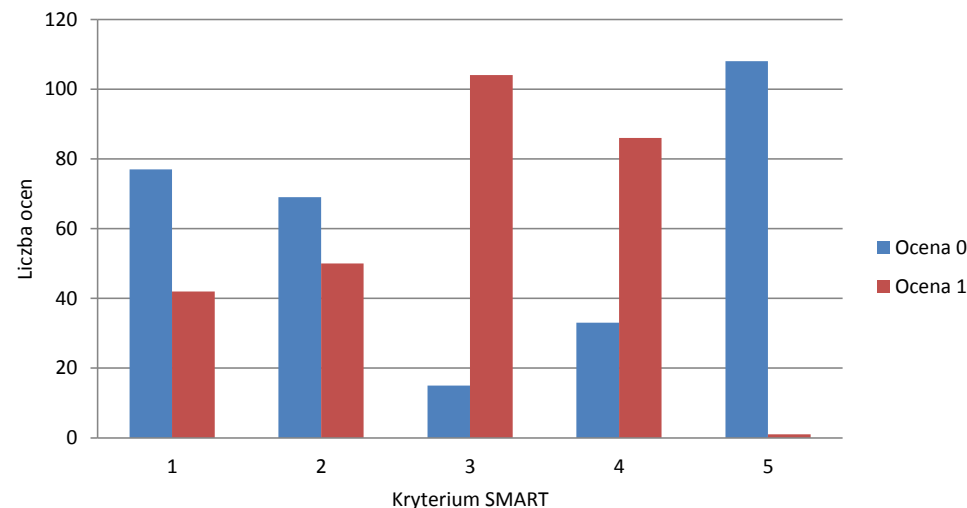
### Cele projektów

W wymogach podanych doktorantom nie określono liczby celów, które powinni oni zawrzeć w swoich pracach. W związku z tym liczba celów była zmienna: od pracy, w której nie zamieszczono ani jednego celu projektu, do pracy, w której ich liczba sięgała aż 14 (ryc. 2). Łącznie analizie poddano 119 celów podanych w 25 opracowanych pracach.

Każdy z przedstawionych przez doktorantów celów poddany był analizie pod kątem 5 zasad, według których cele te powinny zostać opisane. Owe pięć zasad zostało w tym momencie uznanych za kryteria, opisane w literaturze (Doran, 1981) jako zasady SMART (ang. *Simple, Measurable, Achievable, Relevant, Timely defined*). Najczęściej wymieniane cele dotyczyły: doskonalenia umiejętności pracy w grupie, planowania eksperymentów/doświadczeń oraz pracy z tekstami naukowymi. Siedem z poddanych analizie celów nie spełniało żadnego z kryteriów SMART, np. „student potrafi wymienić źródła zachorowalności”, lub „wyrobienie nawyku pracy z materiałami i selekcja istotnych informacji”. Dwadzieścia pięć celów spełniało 4 z 5 kryteriów SMART, we wszystkich tych przypadkach brakowało terminowości w celach, np.: „przeprowadzenie pasażu komórek w celu uzyskania 50-70% konfluencji ( $0.8 - 2,4 \times 10^5$ )”. Terminowość okazała się najtrudniejszym kryterium do zrealizowania w opisywanych przez studentów celach. Doktoranci najlepiej radzili sobie z zadośćuczynieniem kryterium osiągalności (realności) celu i jego istotności (ambitności). Analiza celów według kryteriów SMART jest przedstawiona na ryc. 3.

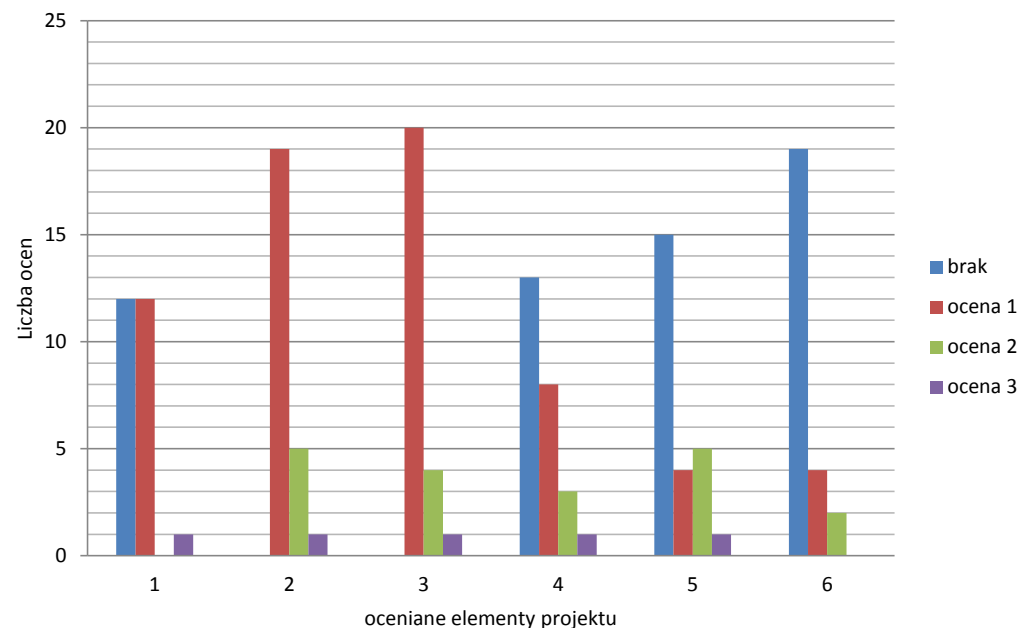
Ryc. 3. Ocena celów pod kątem kryteriów SMART

1 – Prosty, szczegółowy;  
2 – Mierzalny;  
3 – Osiągalny, realny;  
4 – Istotny, ambitny;  
5 – Terminowy  
(zorientowany w czasie).



Ryc. 4. Ocena projektów według ogólnych kryteriów w skali od 0 do 3

1 – interdyscyplinarność,  
2 – dobór metod,  
3 – harmonogram,  
4 – podział zadań,  
5 – kryteria oceny,  
6 – ewaluacja.



### Ocena projektów według pozostałych kryteriów

Jak już wspomniano, w przedstawionych do oceny projektach edukacyjnych oceniano jeszcze 6 elementów: ich interdyscyplinarność, dobór metod edukacyjnych, harmonogram działań, podział zadań wśród studentów, kryteria oceny, oraz ewaluację połączoną z prezentacją wyników projektów wykonanych na zaplanowanych przez doktorantów zajęciach. Interdyscyplinarność odnosząca się do otwartości projektu na inne dyscypliny była dość trudnym do spełnienia kryterium. Jedna z uczestniczek stwierdziła na rozmowie omawiającej przedstawione projektu: „no tak, ja myślałam, że jak studenci pójdą do labu obok to jest już bardzo interdyscyplinarne”. Niemniej w wielu projektach takie zaczątki interdyscyplinarności można było odnaleźć, zwłaszcza w propozycjach zadań dla studentów np. „Ostateczne podsumowanie projektu – postery prezentowane na Festiwalu Nauki i Sztuki przy stoisku „Mikroby wokół nas”. Stosunkowo dobrze studenci doktoranci radzili sobie z doбором metod edukacyjnych i harmonogramem zadań. Najczęściej proponowaną metodą pracy była „mind map” i „przygotowanie i przedstawienie prezentacji w programie power point”. Zdarzały się przypadki proponowania metod takich jak.: analiza Swot, czy studium przypadku. Harmonogram zajęć najczęściej był zarysowany w związanej nazwie zadania. Był jednak jeden projekt, w którym przedstawiono obok związanej nazwy zadania, termin jego realizacji oraz wskaźnik realizacji zadania oraz dodatkowe uwagi, np.: zadanie: „Przedstawienie pomysłów na kolejne hipotezy badawcze związane z rolą gryzoni w ekosystemach leśnych”, termin „6.05.2014”, wskaźnik „Min. 2 hipotezy, maks. 4” skonstruowane zgodnie z zasadami metodologii eksperymentu naukowego.

Doktoranci słabiej radzili sobie z ewaluacją zajęć i podziałem zadań w projekcie. Warto również zazna-

czyć, że najbardziej przejrzyste były kryteria oceny oparte na systemie punktowym, przykładowo za ankietę, którą mieli wykonać studenci podczas zajęć mogli uzyskać od (0-11 pkt.), w jej skład oceny wchodziło: zgodność z tematem (0-3 pkt.), klarowność (0-3 pkt.) trafność pytań – uzyskanie miarodajnych informacji (0-5 pkt.). Za cały kurs w proponowanym projekcie studenci mogli uzyskać 200 punktów i przedziały punktowe na konkretne oceny zostały zamieszczone w kryteriach dostępnych dla studentów. Niekiedy kryteria oceny studentów obejmowały jedynie lakoniczne uwagi w stylu: „Na ocenę końcową składać się będą oceny z protokołów (20%), prezentacji multimedialnych (20%) i kolokwium końcowego (60%)”.

Ogólna ocena wszystkich projektów według przyjętych 6 kryteriów jest przedstawiona na ryc. 4.

Wszystkie przedstawione projekty zakładały samodzielną pracę studentów, tworzyły środowisko, w centrum którego znajduje się uczący się. Takie projektowanie zajęć jest postrzegane, jako jeden z wymogów efektywnego nauczania (Bransford i wsp., 2000). Dodatkowymi problemami zaobserwowanymi podczas analizy projektów studentów były:

1. Mylenie celów z planem zajęć np. Jako cel studenci podawali: „Pierwsze zajęcia służą zorientowaniu się, jaki jest stan wiedzy studentów w obrębie tematu, zapoznaniu ich z pojęciami z zakresu...” „Na kolejnych zajęciach studenci pracują, wypowiadają się i dyskutują”.
2. Brak ujęcia problemowego. Nauczanie metodą projektów jest nauczaniem przez doświadczenie, „jest więc jednocześnie nauczaniem poszukującym, nastawionym na zachęcanie ucznia do samodzielnego myślenia i rozwiązywania problemów” (Mikina i Zajac, 2001, s. 21–25) i zdefiniowanie problemu, od którego rozpocznie się praca nad projektem jest kluczowym czynnikiem, który

w dużej mierze decyduje o powodzeniu projektu. W rozporządzeniu MEN z 2008 roku, kiedy wdrażano metodę projektu jako obowiązkowy element edukacji, napisane jest, że „uczeń wybiera zagadnienie: problem lub działanie, zgodnie ze swoimi zainteresowaniami i założonymi celami projektu” (MEN, 2008, s. 250). Ponadto badania m. in. Slavin (1990) dowodzą, że kiedy uczący się biorą udział w rozwiązywaniu problemów i jednocześnie pracują w grupach to stają się aktywną częścią doświadczeń edukacyjnych. Penick (1995) dodaje, że wychodząc od problemu, umożliwiając uczącym się samodzielne przechodzenie przez kolejne etapy eksperymentu naukowego jak stawianie hipotez, planowanie eksperymentu itd. umożliwiamy faktyczne dociekanie do jego istoty.

3. Nieuwzględnianie wszystkich elementów projektu (np. zapominanie o ewaluacji, czy o prezentacji wyników projektu).

W analizowanych projektach pojawiły się również ciekawe pomysły, które warto w tym miejscu przytoczyć:

- Zadanie dla studentów: napisać grant na badania poszerzające dotychczasową wiedzę na temat gryzoni w regeneracji lasu.
- Opracowanie mikrobiologicznej mapy turystycznej i przewodnika umożliwiającego identyfikację i postępowanie w przypadku kontaktu z groźnymi mikroorganizmami.
- Opracowanie słownika terminów współczesnej biologii molekularnej.
- Przeprowadzenie sądu nad gryzoniami – czy pełnią pozytywną czy negatywną rolę w ekosystemach leśnych.
- Wizyta w Samodzielnym Publicznym Centralnym Szpitalu Klinicznym w Warszawie i wykład lekarzy specjalistów z Pracowni Histopatologii mięśni

i Nerwów Obwodowych na temat dystrofii mięśniowych.

- Propozycja: każdy zespół proponuje własne doświadczenie w obrębie tematyki badawczej.

## Podsumowanie

Przedstawiając powyższą analizę 25 projektów doktorantów można odnieść ambiwalentne uczucia. Z jednej strony zauważalny jest problem z doбором metod pracy ze studentami, czy konstruowaniu celów kształcenia, co wskazywałoby z kolei na potrzebę rozszerzenia programu kształcenia pedagogicznego dla doktorantów o te elementy. Z drugiej strony zauważyć można duży potencjał i pomysłowość wielu autorów, gdyż po dopracowaniu niektóre z propozycji projektów mogłyby znaleźć zastosowanie w pracy dydaktycznej. Projekty te prezentują pewne mocne i słabe strony. O ile dobór metod, harmonogram czy przede wszystkim pomysłowość są mocnymi stronami projektów i świadczą na korzyść ich autorów, o tyle interdyscyplinarność i ewaluacja stanowią wyzwanie, które nadal wymaga pracy. Do tego cele formułowane przez autorów projektów często są zbyt ogólne i nie spełniają kryteriów zakładanych w literaturze. Warto jednak zaznaczyć, że studenci, których prace poddane były analizie mieli zaledwie 10 godzin zajęć, na których zapoznawali byli z takimi obszernymi zagadnieniami jak: metody prowadzenia zajęć, ewaluacja i konstruowanie pytań. Mając to na uwadze uzyskane opisy projektów świadczą o potencjale, jaki w sobie mają doktoranci, który powinno się wykorzystać. Jedną z refleksji, jaka się pojawiła po kursie brzmiała: „szkoda, że nie możemy zrealizować wielu z tych pomysłów projektowych na zajęciach ze studentami”.

Przedstawiona analiza pozwala wysnuć cztery główne założenia, które powinny być brane pod uwagę

podczas opracowywania zajęć z wykorzystaniem metody projektu:

- świadomość celu, a przez to jego opis, który będzie realny, prosty, ambitny, mierzalny i zorientowany w czasie;
- otwartość umysłu, umożliwienie uczestnikom projektu realizacji zadań, które mogą wykraczać poza obszar treści zaplanowanych, aby projekt mógł się rozrastać niczym sieć pajęcza i nabierać kształtu w zależności od zdolności i zainteresowań uczestników, takie podejście zapewni nie tylko interdyscyplinarność, ale – co nawet ważniejsze – zaangażowanie uczestników projektu;
- problemowe ujęcie tematu, ciekawy temat, który jest jednocześnie problemem do rozwiązania nie tylko angażuje uczestników projektu, lecz także ułatwia im rozwiązywanie problemu, dociekanie do sedna, rozwija umiejętność naukowego rozumowania;
- zaplanowanie działań i uwzględnienie wszystkich etapów projektu, co pozwala na kształtowanie odpowiedzialności i umiejętności pracy zespołowej, a także uczy uczestników projektu organizacji pracy.

## Literatura

- Bransford J D, Brown A L, Cocking R R (redaktorzy i inni współautorzy) (2000). *How people learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington: National research Council, National Academy Press.
- Chałas K (2004). Metoda projektów. W: *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*. Pilch T (red.) Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak, t. 3, pp. 191–193.
- Doran G T (1981). There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Management Review*, Volume 70, Issue 11(AMA FORUM), pp. 35–36.
- Illeris K (1991). Project education in Denmark, *International Journal of Project Management*, Volume 9, Issue 1, February 1991, pp. 45–48.
- Kilpatrick W (1918). The project method. *The Teachers College Record*, 19(4), pp. 319–335.
- Klimowicz A (2009). Projekt – co to takiego? W: Fijałkowska A, Plachecka J (red.) *Z Comeniusem dookoła Europy w ramach europejskiego programu edukacyjnego „Uczenie się przez całe życie”*. Warszawa: Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji, pp. 77–82.
- Knoll M (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), pp. 59–80.
- Koppal M, Caldwell A (2004). Meeting the Challenge of Science Literacy: Project 2061 Efforts To Improve Science Education. *Cell Biology Education*, Vol. 3, pp. 28–30, Spring 2004.
- Lord TR (2001). 101 Reasons for Using Cooperative Learning in Biology Teaching. *The American Biology Teacher*, vol.63, no.1, January 2001, pp. 30 – 38.
- Lubina E (2013). Metoda projektu w procesie dydaktycznym uczenia wyższej. *Regionalny Ośrodek Metodyczno-Edukacyjny „Metis” w Katowicach*.
- Łobocki M (2011). *Metody i techniki badań pedagogicznych*. Oficyna Wydawnicza Impuls. Kraków.
- Mikina A, Zajac B (2001). *Jak wdrażać metodę projektów: poradnik dla nauczycieli i uczniów gimnazjum, liceum i szkoły zawodowej*. Kraków: Impuls.
- Nehring A (2005). Projekt edukacyjny jako metoda nauczania [online] [dostęp 31.07.2014] <[http://www.profesor.pl/mat/pd5/pd5\\_a\\_nehring\\_20050531.pdf](http://www.profesor.pl/mat/pd5/pd5_a_nehring_20050531.pdf)>.
- Nowacki T W, Korabinowska-Nowacka K, Baraniak B (1999). *Nowy Słownik Pedagogiki Pracy*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej Towarzystwa Wiedzy Powszechnej, Warszawa 1999, pp. 130
- Penick JE (1995). New Goals for Biology Education. Helping teachers make science accessible to more students. *Science & Biodiversity Policy. BioScience Supplement*. pp.52–57.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół. Z załącznikami (Dz.U. Nr 4, poz. 17).
- Slavin RE (1990). *Cooperative Learning – Theory, Research & Practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Szulc-Kurpaska M (2011). Projekty Comenius w edukacji przedszkolnej. W: *Europejski wymiar edukacji – program Comenius w Polsce*, Red. M. Szpotowicz, pp. 117–132.
- Torończak E (2011). Metoda projektu edukacyjnego w procesie kształcenia. W: *Europejski wymiar edukacji – program Comenius w Polsce*, Red. M. Szpotowicz, pp. 11–30.



### Research project in educational project. How PhD students plan activities using the project method?

Eliza Rybska

Depending on expression or on author, the project in education may be considered as a method or as a strategy of teaching (Nowacki et al., 1999). In literature project is also located among groups of methods that are called inquiry based learning (Bransford et al., 2000). Teaching methods based on inquiry are becoming more popular, even in academic teaching. This paper presents an analysis of 25 projects elaborated by PhD students of the Faculty of Biology, Adam Mickiewicz University in Poznań, where the research project was a component of the educational project, and the whole was proposed as activities for students of the same faculty.

**Key words:** project method, academic teaching

# Dydaktyka szkoły wyższej – obowiązkowy przedmiot dla doktorantów

Ligia Tuszyńska, Beata Gawrońska

## Streszczenie:

Niż demograficzny ma wpływ na potrzebę modernizacji kształcenia akademickiego, skierowanie większej uwagi na proces uczenia się – studiowania, a nie nauczania. Ponadto konieczne jest dostosowanie się polskich uczelni do przepisów istniejących w krajach UE. Dąży się do tego, aby dydaktyka w szkole wyższej nie była zajęciem intuicyjnym, a każdy nauczyciel akademicki posiadał nie tylko wiedzę teoretyczną ale też kompetencje dydaktyczne, był świadomy celowości stałych poszukiwań bardziej skutecznych form usprawniania procesu kształcenia pedagogicznego. Jednym z aspektów modernizacji procesu kształcenia jest jego ewaluacja. Kompetencje nauczyciela akademickiego muszą zostać wzbogacone o umiejętność budowania i wykorzystania w praktyce Krajowych Ram Kwalifikacji. Celem artykułu jest zasygnalizowanie potrzeby dyskursu dotyczącego konstruowania i ewaluacji programów (sylabusów) dydaktyki szkoły wyższej jako przedmiotu kształcenia nauczycieli akademickich dążącego do poprawy jakości kształcenia.

**Key words:** dydaktyka szkoły wyższej, kompetencje nauczyciela, jakość kształcenia, ewaluacja

otrzymano: 13.01.2014; przyjęto: 29.05.2014; opublikowano: 30.09.2014



**prof. Ligia Tuszyńska:** Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie



**mgr Beata Gawrońska:** Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii

Treści zawarte w niniejszym artykule zostały wygłoszone na konferencji naukowej „Dydaktyka szkoły wyższej – okiem biologa i pedagoga” (9 czerwca 2014 roku, Uniwersytet Warszawski), zorganizowanej przez Pracownię Dydaktyki Biologii Wydziału Biologii UW.

## Wstęp

Coraz częściej podejmowane są projekty w zakresie poszukiwania bardziej skutecznych sposobów przekazywania i pogłębiania wiedzy podczas zajęć akademickich. Dydaktyka szkoły wyższej powoli znajduje należne jej miejsce jako przedmiot kształcenia akademickiego, stała się obowiązkowa na studiach III stopnia (doktoranckich). Doceniono konieczność pogłębienia wiedzy nauczycieli akademickich w zakresie pedagogiki i dydaktyki przedmiotowej, dostrzeżono potrzebę podnoszenia nie tylko ich kompetencji badawczych, lecz także dydaktycznych, polegających na kształtowaniu umiejętności komunikowania się ze studentami i społeczeństwem.

Stała modernizacja procesu kształcenia akademickiego, skierowanie większej uwagi na proces uczenia się – studiowania, a nie nauczania – to jeden z warunków komunikacji interpersonalnej, która opiera się na wymianie myśli nauczyciela i studenta. Proces dostosowania się polskich uczelni do przepisów istniejących w krajach UE polega na takim przygotowaniu absolwentów, by ich kompetencje, a więc i dyplomy, były porównywalne niezależnie od kraju UE, w którym kończyli studia. W Polsce od kilku lat dydaktyka szkoły wyższej stała się obowiązkowym przedmiotem kształcenia na studiach III stopnia, podczas gdy wcześniej przygotowanie pedagogiczne nauczyciela akademickiego nie było obowiązkowe. Obecnie równie ważne jak przedmioty kierunkowe jest przygotowanie pedagogiczne, a każdy przyszły nauczyciel akademicki zdobywa nie tylko wiedzę teoretyczną, lecz przede wszystkim

kompetencje dydaktyczne, aby był świadomy celowości stałych poszukiwań bardziej skutecznych form usprawniania procesu kształcenia pedagogicznego (Łobocki, 2001).

W ostatnich latach odnotowujemy głosy krytyczne dotyczące niemal każdego sposobu reformowania szkolnictwa, a szczególnie coraz większej dostępności uczelni prywatnych i państwowych. Jednym z krytyków tych zmian był profesor Ulrich Schrade – filozof i pedagog związany z Politechniką Warszawską. Choć jego poglądy na wiele spraw związanych z nauczaniem są kontrowersyjne, krytyka związana z dostępnością szkolnictwa wyższego nie jest pozbawiona racji. Zarzuca on dążeniu do wyrównania szans zbytnią opiekuńczość i ograniczanie wymagań intelektualnych. Jak pisał ten autor:

Opiekuńczość szkoły niższej wyraża się w powszechnej dostępności. Natomiast studia nie są dla wszystkich a idea, czy też ideologia powszechnej równości, lansowana przez Unię Europejską „powszechnej” szkoły wyższej jest przedłużeniem szkoły elementarnej, kwalifikowanej jako szkoły wyższej. Jego zdaniem szkoła wyższa ma nadal podwójne zadanie, szczególnie dotyczy to uczelni technicznych, ekonomicznych czy przyrodniczych. Program powinien być tak skonstruowany, by poza kwalifikacjami do wykonywania zawodu przygotowywał do pełnienia funkcji społecznych, by służył do kształcenia grup społecznych zwanych zwykle inteligencją.

Wydaje się, że do takich zadań powinien przygotowywać studentów nauczyciel akademicki. Potrzeba unowocześnienia systemu kształcenia nauczycieli akademickich wynika też z konieczności zmiany utartego stereotypu, tradycyjnego sposobu przekazywania studentom wiedzy w formie jej relacjonowania, pozbawionego głębszej refleksji nad przekazywanymi treściami. Transformacja wiedzy, szczególnie przyrodniczej, czyli jej dydaktyczne przetwarzanie powinno spełniać określone warunki. Należą do nich: dobra znajomość programów nauczania, uwzględnienie powiązań mię-

dzyprzedmiotowych, prawidłowy dobór materiału nauczania, znajomość wiedzy wyjściowej i poziomu intelektualnego studentów (Stawiński, 1993, za Potyrała, 2011). Transformacja wiedzy jest tym skuteczniejsza im bardziej zgodna ze sposobem przekazywania i ogólną postawą nauczyciela akademickiego. W przypadku kształcenia doktorantów warto zabiegać o ich pozytywną motywację do zdobywania wiedzy specjalistycznej z danego obszaru jak również wiedzy pedagogicznej w zakresie metodyki nauczania. By traktowali studentów jak partnerów w poszukiwaniu coraz bardziej efektywnych form i metod uczenia się.

W dydaktyce szkoły wyższej nie można pomijać konieczności uprzystępniania studentom ponadczasowych wartości uniwersalnych takich jak prawda, dobro, piękno. Wymaga to od nauczyciela stwarzania podczas zajęć warunków do swobodnego wypowiedziania się studentów w formie dialogu czy dyskursu, a nade wszystko wskazywania własnym postępowaniem przykładu przestrzegania tych wartości. Dawania dowodów, że wiedza którą przekazujemy jest wiarygodna, aktualna i naukowo potwierdzona.

### Budowanie potencjału kompetencyjnego nauczyciela

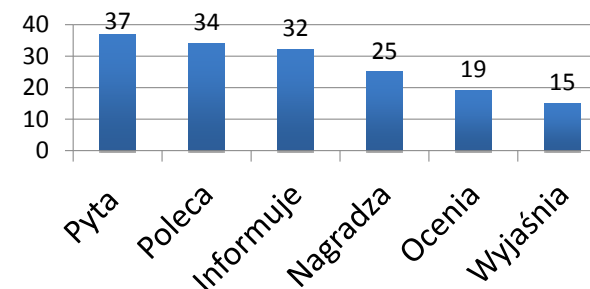
Kompetencje najczęściej są rozumiane jako zdolność do realizacji różnego rodzaju zadań w określonych obszarach będących rezultatem procesu uczenia się (Okoń, 2001). Słowo „kompetencje” wywodzi się z łacińskiego *competere* (‘być zgodnym, odpowiednim, sprawnym do działania’). Dla pedagogów ważne jest ujęcie kompetencji jako określenia dyspozycji człowieka (wiedza, umiejętności, doświadczenia, sprawności, zdolności ambicje, motywacja, wartości postawy, a także style działania), którą osiąga w ciągu życia poprzez wyuczenie (Czerepaniak-Walczak, 1994).

Kompetencje nauczycieli to „wiedza, umiejętności i przekonania potrzebne do efektywnej pracy dydaktycznej, wychowawczej i opiekuńczej w szkole” (Strykowski i wsp., 2007). Te trzy komponenty kompetencji odzwierciedlają się w działaniu nauczyciela. Wiedza zdobyta poprzez uczenie się formalne, nieformalne czy pozaformalne dotyczy faktów, zasad, praw natury i społeczeństwa. Powinna być wiedzą kształtującą umiejętności praktycznego działania. Przekonania potrzebne do efektywnej pracy dydaktycznej decydują o postawie gotowości i chęci wykorzystania zdobytej wiedzy i umiejętności w procesie dydaktycznym. Zatem kompetencje to zdolność skutecznej realizacji określonych zadań związanych z pracą lub osiągania pożądanych wyników. W strukturze kompetencji mieszczą się kwalifikacje. Kwalifikacje zawodowe obejmują umiejętności, wiadomości i cechy psychofizyczne niezbędne do wykonywania danego zawodu (Kwiatkowski i Sepkowska, 2000). Kwalifikacje zawodowe są zawsze potwierdzane określonym certyfikatem, np. uprawnienia nauczycielskie.

Raymond Adams badając kompetencje wyodrębnił wśród 150 kategorii czynności określających kompetencje aż 241 pojęć do nazwania pojedynczych czynności podstawowych. Autor ten wskazał pojęcia (kompetencje), które w badaniach uzyskały najwyższe frekwencje. Wykres nr 1. Przedstawia sześć najczęściej wymienianych czasowników określających czynności kompetencyjne nauczyciela.

Jak wynika z powyższego wykresu, nauczyciel jest często kojarzony przez uczniów, studentów jako ten który sprawdza, poleca, informuje rzadziej ocenia i wyjaśnia.

Niezbędnym warunkiem kształcenia nauczycieli akademickich jest zatem zmiana wizerunku i praktyczne przygotowanie do wykonywania zawodu. Nieodłączność praktyki pedagogicznej i umacnianie po-



Ryc. 1. Najwyższe frekwencje pojedynczych czynności nauczyciela

Na podstawie: Raymond Adams, za Kwiatkowska, 2010, s. 35.

zytywnych oczekiwań wobec studentów, dawanie im przykładu pedagoga o demokratycznej postawie buduje autorytet i jednocześnie wzbudza zaufanie i poprawia kontakty interpersonalne. Wpływa na to również stałe pogłębianie swej wiedzy pedagogicznej w oparciu o literaturę w językach obcych i aktywizowanie działań na rzecz osób potrzebujących wsparcia oraz współpraca naukowa i organizacyjna z koleżankami i kolegami – nauczycielami akademickimi. Warto też sięgać po informacje zwrotne o sobie, pochodzące również od współpracowników hospitujących zajęcia na nasze życzenie (Łobocki, 2001). Najważniejszym efektem ujęcia kompetencyjnego kwalifikacji nauczycielskich jest uświadomienie sobie, jak różne właściwości przypisuje się działaniom świadczącym o profesjonalizmie nauczyciela. Już na pierwszy rzut oka wydaje się, że nauczyciel powinien przede wszystkim wyjaśniać i tak kierować procesem kształcenia, by student (uczeń) jak najwięcej się nauczył. Niezwykle istotne są kompetencje komunikacyjne, metodologiczne, aksjologiczne oraz emocjonalne – określane jako zbiór nabytych umiejętności, które warunkują efektywność radzenia sobie w konkretnych sytuacjach (Madalińska-Michalak, 2012). Umiejętność



kształtowania kompetencji emocjonalnych pomaga nauczycielowi rozwijać pozytywne, integracyjne środowisko nauczania z korzyścią dla studenta i dla samego nauczyciela. Kompetencje emocjonalne nauczyciela pozwalają na efektywną komunikację ze studentem, jego motywację i inspirację do uczenia się. Kompetentny nauczyciel potrafi zachęcić studenta do przełamania cyklu niepowodzeń i spojrzenie na sytuację w sposób pozytywny i zrównoważony. Aby ulepszyć komunikację i relacje międzyludzkie pomiędzy nauczycielem a uczniem/studentem, należy wzbogacić kompetencje emocjonalne nauczyciela o wymiar kulturowy. Relacje ze studentami powinny być przyjazne i pełne obustronnego szacunku. Nauczyciel powinien oceniać wiedzę i umiejętności, jakie prezentuje student, a nie jego osobę. Jeśli nauczyciel potrafi szanować poglądy studentów, nawet jeśli się z nimi nie zgadza, będzie nadal zachęcał ich do dzielenia się pomysłami, argumentami i dowodami. Takie podejście zwiększy poczucie własnej wartości studentów i zainspiruje do studiowania danej dziedziny wiedzy. Podczas prowadzenia zajęć przygotowujących studentów do zawodu nauczyciela akademickiego warto przeprowadzać ćwiczenia ułatwiające rozwijanie umiejętności komunikacyjnych, pewności siebie oraz umiejętności wpływania na zachowania studentów.

W tabeli przedstawiono przykład przeprowadzenia zajęć – ćwiczenia kompetencji komunikacyjnych przez przyszłych nauczycieli akademickich na studiach III stopnia. Ćwiczenie polega na tym, że wyznaczeni studenci kolejno prowadzą fragment przygotowanych prelekcji przed grupą. Pozostali studenci symulują zachowania wpisane w kolumnie 1.

Do ważnych aspektów modernizacji procesu kształcenia należy ocena i ewaluacja przebiegu tego procesu. Młody nauczyciel akademicki może mieć także problemy z informacją zwrotną podczas oceny studenta. Informacja powinna być rzeczowa i przyjazna, pozba-

Zachowanie studenta	Propozycja reakcji nauczyciela	Wpisz przy poszczególnych punktach skutek – wynik reakcji studentów. pozytywny – P, negatywny – N
agresywny, niegrzeczny, roszczeniowy	1. Panuj nad swoimi emocjami, unikaj wdawania się w dyskusję. 2. Pozwól studentowi przedstawić do końca swoją opinię, a następnie wróć do przerwanej wątku. 3. Jeśli nie znasz odpowiedzi na zadane pytanie, przyznaj się do tego i zapewnij, że na następne zajęcia zdobędziesz niezbędne informacje. 4. W przypadku uciążliwego zachowania porozmawiaj ze studentem po zajęciach i udziel mu konstruktywnej informacji zwrotnej odnoszącej się do jego zachowania. Np. „Proponuję by Pan zapisywał wszystkie uwagi a ja po zajęciach chętnie się do tego odniosę”.	1. 2. 3. 4.
Milczący – nie zbiera głosu w dyskusji, nieaktywny	1. Sprawdź czy nie jest to pozorny brak zainteresowania. 2. Zadawaj pytania wybranym losowo studentom, jego również wybierz do odpowiedzi	
Niezainteresowany – zajmuje się czytaniem książki	1. Uczyń go liderem grupy. 2. Skomentuj rzeczowo jego zainteresowania w kontekście prowadzonego przedmiotu	
Marudny – narzeka	1. Zastosuj strategię pozornego wyboru (zadaj pytanie i wybierz Go do odpowiedzi).	
Żartujący, zabiera głos nie na temat, zgłasza aluzje	1. Zaangażuj Go w ćwiczenia wymagające kreatywności. 2. Określ czas intensywnej pracy. 3. Doceniaj tylko poważne i sensowne wypowiedzi.	
Monopolizujący zajęcia, często zabiera głos, nie dopuszcza innych	1. Okaż szacunek dla jego wiedzy, ale nie pozwól na jego nieustanną dominację. 2. Określ kolejność odpowiedzi. „posłuchajmy zdania innych...”.	
Podlicz swoje sukcesy i niepowodzenia: .....		
Wymień największe trudności: .....		
Jak Twoim zdaniem można je przezwyciężyć inaczej? .....		

Tabela 1. Kształtowanie kompetencji emocjonalnych nauczyciela akademickiego

Ćwiczenie opracowane na podstawie: Rozmus, 2013.

wiona emocji. Nie powinna dotyczyć osoby lecz jej konkretnych zachowań. Jednym z przykładów często stosowanych przez doświadczonych nauczycieli jest „zasada kanapki” (Rozmus, 2013) jest to sposób bezpieczny dla relacji wykładowca – student. Polega ona na: 1) najpierw

zakomunikowaniu studentowi tego, co dobre, 2) następnie zwróceniu uwagi na zachowania wymagające poprawy i na koniec 3) sformułowaniu pochwały lub wyrażeniu swojego przekonania co do poprawy jego umiejętności w przyszłości.

Przykład: ocena rysunku studenta podczas ćwiczeń z zoologii (rysunek przedstawia płucotchawki pająka). Nauczyciel: *Rysunek mikroskopowy wykonany przez Pana jest bardzo interesujący, uwzględniono w nim wiele szczegółów budowy. Zabrakło jednak tych elementów, które powinny wskazywać na funkcje takie jak transport tlenu do organizmu zwierzęcia. Myślę, że kiedy dokładnie obejrzy Pan preparat uda się to zaobserwować i rysunek zostanie uzupełniony i opisany, co pozwoli na zaliczenie ćwiczenia.*

Na własnym przykładzie Warto też pokazać, że poddawanie się ocenie jest procesem sprzyjającym poprawie stosunków interpersonalnych oraz jakości kształcenia. Obecnie każdy nauczyciel akademicki poddawany jest okresowej ocenie zarówno przez przełożonych, jak i studentów swojego przedmiotu. Prowadząc zajęcia dydaktyczne w szkole wyższej już na początku należy uświadomić to studentom, szczególnie doktorantom, kandydatom na nauczycieli akademickich, proponując skonstruowanie pytań ankietowych zawierających elementy oceny stylu prowadzenia zajęć. Poniżej przedstawiono przykłady pytań ankietowych, które mogą być wykorzystane przez nauczyciela akademickiego po zakończeniu zajęć ze studentami (za: Łobocki, 2001)..

#### Pytania zamknięte – ankieta ustrukturyzowana

Proszę zaznaczyć wybraną odpowiedź

1. Czy moje zajęcia są dla Państwa interesujące?

bardzo często, często, niekiedy, rzadko, nigdy  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2. Czy mam do Państwa życzliwy stosunek?

bardzo często, często, niekiedy, rzadko, nigdy  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. Czy uważają Państwo że mam zawsze coś ciekawego do powiedzenia?

bardzo często, często, niekiedy, rzadko, nigdy  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. Czy na moich zajęciach się nudzicie?

bardzo często, często, niekiedy, rzadko, nigdy  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

#### Pytania nieustrukturyzowane

Można też przeprowadzić sondaż zadając pytania otwarte – nieustrukturyzowane, np.:

1. Co najbardziej cenicie na moich zajęciach?

.....

2. Co najmniej Wam się na nich podoba?

.....

3. Co chcielibyście zmienić lub poprawić na tych zajęciach? .....

Lub pytania półotwarte – np. dokończ zdanie:

1. Na tych zajęciach zawsze ...

2. Na tych zajęciach nigdy lub prawie nigdy ...

3. Dzięki tym zajęciom stało się dla mnie jasne, że ...

Przeprowadzenie krótkiej, anonimowej ankiety w grupie przedmiotowej dostarczy nauczycielowi akademickiemu cennych informacji o tym, jaka jest ocena prowadzonych przez niego zajęć i jakie są oczekiwania studentów w stosunku do przedmiotu i nauczyciela. Analiza odpowiedzi pozwoli na ewaluację – poprawę stylu prowadzenia zajęć czy modyfikację programu przedmiotu.

Ustawa o szkolnictwie wyższym z 2011 roku wprowadziła na uczelniach Krajowe Ramy Kwalifikacji (KRK), które są opisem kompetencji zdobywanych w systemie szkolnictwa wyższego, przedstawionych w języku efektów kształcenia dla poszczególnych stopni i tytułów naukowych. Wprowadzenie KRK powinno zwiększyć autonomię uczelni a jednocześnie spowodować przypisanie kompetencji z danego obszaru wiedzy do kierunku studiów. Ramy te mają ułatwić definiowanie kierunków i efektów kształcenia wprowadzanie autorskich programów studiów oraz zwiększenie innowacyjności. Powinno to spowodować zróżnicowanie programów kształcenia pomiędzy uczelniami w związku z tym trafniejszy dobór kandydatów. Kompetencje absolwenta danego kierunku studiów opisane w KRK są bardziej szczegółowe i dostosowane do wymagań międzynarodowych. KRK są obecnie konsultowane aktualizowane i poprawiane przez Wydziałowe komisje jakości kształcenia w każdej polskiej uczelni. KRK obejmują: efekty kształcenia dla danego kierunku studiów (specjalności), sylabus przedmiotu i sposoby ewaluacji procesu kształcenia.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami UE w Polsce wyznaczono osiem obszarów wiedzy, w ramach których opracowywane są efekty kształcenia dla poszczególnych dziedzin i dyscyplin naukowych. Dyscypliny przyrodnicze znalazły się w dwóch obszarach: w obszarze trzecim i czwartym (nauk ścisłych i nauk przyrodniczych), natomiast dyscypliny pedagogiczne i psychologiczne przypisano do obszaru nauk społecznych. Z tego wynika, że dydaktyka przedmiotowa jest dziedziną interdyscyplinarną.

Efekty kształcenia uzyskane w wyniku realizacji programu przedmiotu „Dydaktyka szkoły wyższej” zostały zapisane następująco:

**Wiedza**

Student:

- Zna historię dydaktyki przyrodniczej
- Wymienia zasady nauczania
- Przedstawia etapy projektowania i ewaluacji procesu dydaktycznego
- Wyjaśnia, na czym polega operacjonalizacja celów kształcenia
- Wymienia i charakteryzuje wybrane metody nauczania i środki dydaktyczne
- Przedstawia narzędzia pomiaru dydaktycznego

**Umiejętności**

Student:

- Stosuje zasady nauczania adekwatnie do sytuacji dydaktycznej
- Operacjonalizuje cele kształcenia
- Projektuje zajęcia dydaktyczne dokonując wyboru treści, metod i środków dydaktycznych
- Opracowuje narzędzia pomiaru dydaktycznego
- Diagnostuje przebieg procesu dydaktycznego
- Prowadzi ewaluację zajęć dydaktycznych i wykorzystuje jej wyniki w pracy naukowo-dydaktycznej

**Kompetencje społeczne**

Student:

- Analizuje przebieg procesu kształcenia i stosuje refleksję dydaktyczną
- Inicjuje pracę w grupach podczas zajęć dydaktycznych
- Prowadzi dyskusję, krytykuje i ocenia pracę studentów bez naruszania istniejących relacji interpersonalnych
- Diagnostuje sytuacje dydaktyczne i doskonali swój warsztat pracy
- Bierze aktywny udział w życiu akademickim społeczności Wydziału

**Sposób pomiaru efektów kształcenia:**

- aktywny udział w zajęciach,
- opracowanie sylabusu przedmiotu własnej specjalności,
- opracowanie scenariusza zajęć przyrodniczych (laboratoryjnych lub terenowych),
- prowadzenie i hospitacja zajęć ze studentami.

Jak wspomniano na początku, na ewaluację efektów kształcenia składa się również samoocena nauczyciela i ocena nauczyciela przez studentów. Warto zatem odwołać się do informacji zwrotnych i pozwolić studentom na ocenę.

### Dydaktyka szkoły wyższej w zakresie przedmiotów przyrodniczych na Wydziale Biologii UW

Przedmiot „Dydaktyka szkoły wyższej” realizowanego na Wydziale Biologii UW adresowany jest do studentów III stopnia. Przygotowuje do pełnienia funkcji nauczyciela akademickiego. Program przedmiotu obejmuje podstawy dydaktyki ogólnej oraz wiedzy psychologiczno-pedagogicznej niezbędnej do kształtowania kompetencji nauczyciela akademickiego. Zakres tematyczny koncentruje się wokół nowoczesnych tendencji dydaktycznych, zastosowania rozwiązań metodycznych, projektowania i ewaluacji różnego typu zajęć akademickich, jak również komunikacji interpersonalnej i zastosowania metodologii badań pedagogicznych w ewaluacji zajęć przyrodniczych. Celem przedmiotu jest również przygotowanie nauczyciela akademickiego do opracowania programu kształcenia przedmiotu, który ma prowadzić. Kurs rozpoczyna się od analizy kompetencji absolwenta wyrażonej opisem efektów kształcenia w oparciu o właściwe ramy kwalifikacji.

Program uwzględnia sposób i kryteria oceny efektów kształcenia oraz uwzględnia permanentną ewaluację w celu poprawy jakości kształcenia.

Program tego przedmiotu obejmuje :

**Cele:**

1. Przybliżenie zagadnień dotyczących skutecznych i wydajnych metod kształcenia studentów kierunków przyrodniczych.
2. Poznanie podstawowych zasad kształcenia, metod i form dydaktycznych.
3. Kształtowanie kompetencji nauczyciela akademickiego w zakresie kształcenia przyrodniczego.
4. Przygotowanie do praktycznego stosowania różnych strategii kształcenia akademickiego (środków dydaktycznych, metod stosowania prezentacji multimedialnych podczas wykładów i ćwiczeń, projektów edukacyjnych, doświadczeń i eksperymentów przyrodniczych oraz pomiaru dydaktycznego podczas prowadzenia zajęć ze studentami).
5. Kształtowanie umiejętności interpersonalnych, pracy w grupie, przekonywania i dyskusji.

**Treści kształcenia:**

- Historia dydaktyki przyrody. Kształcenie przyrodnicze w koncepcjach znanych pedagogów.
- Dydaktyka szkoły wyższej jako nauka. Istota, zagadnienia i funkcje oraz jej miejsce wśród nauk pedagogicznych. Zasady nauczania i ich zastosowanie w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych: geneza, różnorodność. Metody nauczania – klasyfikacja, kryteria doboru.
- Współczesne wyzwania cywilizacyjne a dydaktyka przyrodnicza na poziomie akademickim
- Zagadnienia bioetyczne i ekoetyczne w kształtowaniu kompetencji społecznych studentów studiów przyrodniczych.



- Poznanie Krajowych Ram Kwalifikacji na poszczególnych poziomach studiów, w obszarze kształcenia przyrodniczego.
- Projektowanie i ewaluacja zajęć przyrodniczych na poziomie akademickim. Opracowywanie instrukcji doświadczeń i ćwiczeń laboratoryjnych. Prowadzenie i dokumentacja doświadczeń.
- Opracowanie programu kształcenia w oparciu o właściwe ramy kwalifikacji.
- Formułowanie celów i efektów kształcenia w zakresie przedmiotów przyrodniczych. Operacjonalizacja celów kształcenia.
- Pomiar dydaktyczny na akademickim poziomie kształcenia. Zasady opracowywania testów, badania poziomu i oceny kompetencji studenta.
- Metody i środki dydaktyczne – zastosowanie w poszczególnych formach zajęć studiów I i II stopnia.
- Metodologia badań pedagogicznych i realizacja projektów badawczych – „strategia wyprzedzająca”.
- Racjonalne i efektywne wykorzystanie literatury. Tworzenie obudowy dydaktycznej przedmiotu.
- Przygotowanie (scenariusz i konspekt), hospitacja, prowadzenie i analiza różnych form zajęć dydaktycznych na poziomie akademickim.
- Prowadzenie badań społecznych w zakresie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju, ich analiza i wnioskowanie.
- Dydaktyka zajęć terenowych. Przygotowanie programu ćwiczeń terenowych z uwzględnieniem oceny osiągnięć studenta zdobytych w terenie.
- Technologia informacyjna w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych i jej wykorzystanie. Prezentacja wiedzy przyrodniczej. Prezentacje multimedialne wybranych tematów zajęć.
- Nauczyciel akademicki – opiekun koła naukowego.

- Nauczyciel akademicki na ścieżce awansu zawodowego. Podstawowe akty prawne związane uzyskiwaniem stopni i tytułów naukowych w Polsce.

Uczestnikom zajęć zaleca się następujące lektury:

- Klim-Klimaszewska A., Wiśniewska M. (red.), *Kompetencje współczesnego nauczyciela*, T. I, Siedlce 2012
- Koszmider M., *Materiały do ćwiczeń z dydaktyki ogólnej*, Impuls, Kraków 2009
- K. Kruszewski, *Kształcenie w szkole wyższej*, PWN, Warszawa 1988.
- Kwiatkowska H., T. Lewowicki, S. Dylak (red.), *Współczesność a kształcenie nauczycieli*, WSP-ZNP, Warszawa 2000
- Ledzińska M., Czerwińska E., *Psychologia nauczania. Ujęcie poznawcze*, Wyd. PWN, Warszawa 2011
- Lewowicki T., *Proces kształcenia w szkole wyższej*, PWN Warszawa 1988
- Madalińska-Michalak J., Góralska R., *Kompetencje emocjonalne nauczyciela*, ABC a Wolters Kluwer business, Warszawa 2012
- Potyrała K., Walosik A. [red.], *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności*, Wyd. Kubajak, Kraków 2011
- Potyrała K. [red.], *Kreatywny nauczyciel – wskazówki i rozwiązania, biologia i przyroda*, WNUP, Kraków, 2011
- Rozmus A. [red.], *Wykładowca doskonały. Podręcznik nauczyciela akademickiego*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2013, Wyd.II
- Siemak-Tylikowska E. Dębska E. Widota K. Pierścieniak, *Dydaktyka szkoły wyższej (skrypt)*, UW, Warszawa 2011
- Staeck L., *Zeitgemässer Biologieunterricht, Eine Didaktik*, Cornelsen, Berlin 1998

- Stawiński W. (red.), *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. PWN, Warszawa, 2006.
- Tuszyńska L. (red.), *Edukacja środowiskowa w społeczeństwie wiedzy*, Wydział Biologii UW, Warszawa 2010
- Tuszyńska L., *Diagnoza stanu edukacji środowiskowej społeczności lokalnych w wybranych regionach Polski*. Wydawnictwa UW, Warszawa, 2008.
- Tuszyńska L., *Edukacja ekologiczna dla nauczycieli i studentów*. Wydawnictwa WSP-TWP, Warszawa, 2006.

## Podsumowanie

Przygotowanie do zawodu nauczyciela akademickiego, podobnie jak przygotowanie nauczyciela biologii w szkole średniej, wymaga permanentnej modernizacji procesu kształcenia. Dostosowywanie się do nowych warunków, wykorzystanie nowych technologii, aktualizacja wiedzy muszą być wzmacniane przez kształcenie się przez całe życie. Prowadząc zajęcia dydaktyczne, nauczyciel akademicki kształtuje kompetencje społeczne studentów i wdraża do permanentnej aktualizacji wiedzy. Przystępując do analizy ankiety ewaluacyjnej nauczyciel akademicki powinien umiejętnie wybierać dobre strony swoich zajęć wskazane przez studentów, w przyszłości je wzmacniać i preferować podczas zajęć taką strategię kształcenia, która wzbudza zainteresowanie tematem i aktywizuje wszystkich uczestników procesu dydaktycznego – studentów i prowadzącego. Słabe strony przedstawione w ankiecie ewaluacyjnej należy przyjąć z pokorą, aczkolwiek nie bezkrytycznie. W przypadku, gdy nie zgadzamy się diametralnie z oceną wystawioną przez naszych słuchaczy, warto przeprowadzić dyskusję, zapytać o oczekiwania studentów i przedstawić im swoje racje. Rozwijanie kompetencji

emocjonalnych może pomóc nauczycielom w rozpoznawaniu i regulacji własnych emocji co przyczyni się do kształtowania nowego stylu pracy dydaktycznej oraz poprawy efektów uczenia się i podniesienia poziomu kompetencji studentów.

## Literatura

- Czerepaniak-Walczak M (1994). *Między dostosowaniem a zmianą. Elementy emancypacyjnej teorii edukacji*, Szczecin.
- Kwiatkowska H (2008). *Pedeutologia*, Wyd. Akademickie i Profesjonalne, Warszawa S. M.
- Kwiatkowski SM, Sepkowska Z (2000). *Metodologia tworzenia standardów kwalifikacji zawodowych w Polsce*. IBE-ITEE. Radom 2000.
- Łobocki M (2001). Warunki modernizacji kształcenia pedagogicznego studentów. W: M Łobocki (red.). *Z zagadnień modernizacji kształcenia pedagogicznego studentów*, Wyd. UMCS. Lublin, s. 13-26.
- Madalińska-Michalak J, Górska R (2012). *Kompetencje emocjonalne nauczyciela*. ABC a Wolters Kluwer business. Warszawa.
- Okoń W (2001). *Nowy słownik pedagogiczny*. Warszawa.
- Potyrała K, Walosik A (2011). *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności*. Wyd. Kubajak.
- Rozmus A (red.) (2013). *Wykładowca doskonały. Podręcznik nauczyciela akademickiego*. Oficyna a Wolters Kluwer business. Warszawa, Wyd. II.
- Schrade U (2010). *Dydaktyka szkoły wyższej*. WPW. Warszawa.
- Strykowski W, Strykowska J, Pielichowski J (2007). *Kompetencje nauczyciela szkoły współczesnej*. Poznań.
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego.

## High school didactics – compulsory subject for doctoral studies

Eliza Rybska

The population decline affected academic teachers and the need to modernize the high school education, focusing more attention to the process of learning – studying instead of teaching. What is more, Polish universities have to meet obligatory UE regulations. The aim is that teaching in high school was not intuitive and every academic teacher had not only theoretical knowledge but also didactical competencies, and he or she was aware of the desirability of constant exploration of more effective forms of streamlining the process of pedagogical education. One aspect of the modernization of the education process is evaluation. Competency of academic staff must be enhanced with the ability to develop and put into practice the National Qualifications Framework. The purpose of this article is to show the need for discourse related to forming and evaluation of curricula of didactic in high school as a subject of university education of teachers aspiring to improve the quality of education.

**Key words:** didactics in high school, teacher's competencies, quality of education, evaluation

# Problematyka różnorodności biologicznej w kształceniu studentów na kierunkach przyrodniczych

Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska, Elżbieta Rożej-Pabijan

## Streszczenie:

Edukacja dotycząca różnorodności biologicznej wywodzi się bezpośrednio z edukacji przyrodniczej, która ma w Polsce długą, sięgającą XIX w. tradycję. Edukacja dla różnorodności biologicznej w nowoczesnym ujęciu – łącząca aspekt przyrodniczy ze społecznym i ekonomicznym „narodziła się” wraz z edukacją dla zrównoważonego rozwoju podczas konferencji ONZ „Środowisko i rozwój” w 1992 r. w Brazylii, w Rio de Janeiro. Polska podpisała Konwencję o różnorodności biologicznej w 1992 roku, a następnie ratyfikowała ją w 1995 roku. Obliguje nas to do wypełniania jej zapisów, w tym do prowadzenia edukacji służącej ochronie różnorodności biologicznej. Obecność treści związanych z szeroko pojętymi zagadnieniami ochrony różnorodności biologicznej w programach kształcenia jest jednym z zobowiązań wynikających

z art. 13 Konwencji. Oznacza to, że tematyka dotycząca różnorodności biologicznej z uwzględnieniem jej teoretycznych i praktycznych uwarunkowań powinna być umiejscowiona w dokumentach edukacji formalnej – na wszystkich jej poziomach, w tym także w programach kształcenia studentów na kierunkach przyrodniczych na wyższych uczelniach. Celem artykułu jest analiza porównawcza programów kształcenia studentów kierunków: *Biologia* i *Ochrona środowiska* na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie, pod kątem obecności w treściach kształcenia haseł związanych z problematyką różnorodności biologicznej.

**Key words:** edukacja, zrównoważony rozwój, różnorodność biologiczna, bioróżnorodność, uniwersyteckie programy studiów

otrzymano: 13.01.2014; przyjęto: 29.05.2014; opublikowano: 30.09.2014



**dr hab. Alicja Walosik:** Zakład Dydaktyki Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

Treści zawarte w niniejszym artykule zostały wygłoszone na konferencji naukowej „Dydaktyka szkoły wyższej – okiem biologa i pedagoga” (9 czerwca 2014 roku, Uniwersytet Warszawski), zorganizowanej przez Pracownię Dydaktyki Biologii Wydziału Biologii UW.



**dr Beata Jancarz-Łanczkowska:** Zakład Dydaktyki Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie



**dr Elżbieta Rożej-Pabijan:** Zakład Dydaktyki Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

## Wstęp

Od wielu lat obserwuje się znaczącą utratę różnorodności biologicznej na poziomie światowym oraz europejskim w wyniku działalności ludzkiej. Według szacunków Programu Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska (UNEP) aż do 24% gatunków motyli, ptaków oraz ssaków wyginęło całkowicie na terytorium niektórych krajów europejskich.

Taka sytuacja jest niepokojąca, gdyż odpowiednio utrzymana różnorodność biologiczna ogranicza skutki niektórych zagrożeń środowiskowych, takich jak zmiany klimatu oraz inwazje pasożytów. Różnorodność biologiczna jest zasadniczą kwestią dla osiągnięcia długotrwałej stabilności działalności rolnej oraz rybołówstwa i stanowi podstawę licznych procesów przemysłowych oraz produkcji nowych substancji leczniczych. Utrzymanie i długotrwałe wykorzystanie różnorodności biologicznej są nieodzowne do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, jak również milenijnych celów rozwoju przyjętych w Deklaracji Milenijnej na szczycie Organizacji Narodów Zjednoczonych w 2000 roku w zakresie zmniejszenia ubóstwa i głodu, poprawy stanu zdrowia, środowiska, ochrony różnorodności biologicznej, a także poprawy stanu edukacji. Właściwa i skuteczna ochrona środowiska naturalnego, w tym ochrona różnorodności biologicznej uzależniona jest od poziomu wiedzy społeczeństwa i od preferowanych stylów życia. Zarówno wiedza jak i styl życia podlegają ciągłym zmianom, przede wszystkim dzięki edukacji prowadzącej do upowszechnienia wzorca kultury ekologicznej. Należy przy tym pamiętać, że ekologia jako dziedzina biologii badająca wzajemne relacje między organizmami a środowiskiem, w którym żyją, wymusza holistyczne podejście do zjawisk zachodzących w przyrodzie.

Cele poznawcze obejmujące wiedzę o środowisku, jego ochronie i zagrożeniach, należy łączyć z kształto-



waniem postaw nacechowanych wrażliwością i szacunkiem dla środowiska, a także dążeniem do kontaktu ze środowiskiem i racjonalnego korzystania z niego. Prócz kształtowania postaw, ogromnie ważnym aspektem skutecznej ochrony różnorodności biologicznej jest wiedza. Tylko społeczeństwo świadome zależności istniejących w przyrodzie, skali oddziaływania człowieka na różnorodność i konsekwencji tych działań może podejmować i popierać właściwe działania zmierzające do skutecznej ochrony zasobów Ziemi. W poczuciu pełnej odpowiedzialności za stan środowiska i jego zachowanie, należy wdrażać umiejętności praktycznego rozwiązywania zadań i problemów.

W myśl dokumentów opracowanych na konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój” w Rio de Janeiro (1992), m.in. Deklaracja z Rio, Agenda 21 oraz Konwencja o różnorodności biologicznej, cele, zadania i metody edukacji ekologicznej i środowiskowej powinny wynikać z przyjętych założeń zrównoważonego rozwoju. Należy więc uznać, że ochrona środowiska, wzrost ekonomiczny i rozwój człowieka są od siebie zależne i kształtują się wzajemnie.

W oficjalnych dokumentach termin „bioróżnorodność” pojawił się wraz z Konwencją o różnorodności biologicznej w 1992 roku. Termin ten obejmuje i łączy pojęcia powszechnie stosowane, takie jak: ochrona przyrody, zrównoważone rolnictwo i leśnictwo, zrównoważona eksploatacja zasobów przyrody, a także rozwój zrównoważony i trwały. O ile ochrona przyrody wynikała w przeszłości z różnych przesłanek o charakterze filozoficznym, moralnym czy estetycznym, to konwencja wychodzi z bardziej utylitarnej przesłanki: różnorodność biologiczną musimy ochronić po to, aby z niej w zrównoważony sposób korzystać, obecnie oraz w przyszłości (Andrzejewski i Weigl, 2003).

Według konwencji, „różnorodność biologiczna oznacza zróżnicowanie wszystkich żywych organi-

zmów występujących na Ziemi w ekosystemach lądowych, morskich i słodkowodnych oraz w zespołach ekologicznych, których są częścią; dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, pomiędzy gatunkami oraz różnorodności ekosystemów”.

Równie znana definicja została zaproponowana przez Wilsona w dziele pt. *Diversity of Life* (1992):

Bioróżnorodność jest to zróżnicowanie organizmów, rozpatrywane na wszystkich poziomach organizacji przyrody, od odmian genetycznych w obrębie gatunku, poprzez rodzaje, rodziny i jeszcze większe jednostki systematyczne, a także różnorodność ekosystemów – zarówno zespołów organizmów żyjących w określonych siedliskach, jak i samych warunków fizycznych, w których żyją.

Taka definicja uwzględniająca zmienność wewnątrzgatunkową (bogactwo puli genowej) wszystkich żyjących populacji, międzygatunkową (skład gatunków) oraz ponadgatunkową (różnorodność ekosystemów i krajobrazów) przedstawiona została również w Krajowej strategii ochrony i umiarkowanego użytkowania różnorodności biologicznej (2003). Głównymi jej celami jest zachowanie bogactwa różnorodności biologicznej w skali lokalnej, regionalnej, krajowej i globalnej, zapewnienie trwałości i rozwoju wszystkich poziomów organizacji przyrody z uwzględnieniem potrzeb rozwoju społeczno-gospodarczego kraju. Ponadto w celach tych zwrócono szczególną uwagę na realizację strategii przede wszystkim w ramach gospodarki rolnej, w leśnictwie, transporcie i turystyce, a także w edukacji. Należy wspierać edukację i świadomość społeczną zapewniając informowanie o znaczeniu różnorodności biologicznej przez media, jak również uwzględnienie tej kwestii w programach edukacyjnych. Realizacja wielu zadań nie będzie możliwa bez rozległej wiedzy na temat stanu, zmian i zagrożeń różnorodności biologicznej. Wiedza ta powinna służyć zarówno doskonaleniu metod ochrony, jak również szerokiej edukacji formalnej

i nieformalnej całego społeczeństwa. Bez przebudowy świadomości społecznej skuteczność wszelkich przedsięwzięć na rzecz zrównoważonego rozwoju (w tym ochrony różnorodności biologicznej) będzie znikoma.

Obecność treści związanych z szeroko pojętymi zagadnieniami ochrony różnorodności biologicznej w programach kształcenia jest jednym z zobowiązań wynikających m.in. z art. 13 Konwencji z Rio de Janeiro (1992) oraz Krajowej strategii ochrony i umiarkowanego użytkowania różnorodności biologicznej (2003).

Oznacza to, że tematyka dotycząca różnorodności biologicznej z uwzględnieniem jej teoretycznych i praktycznych uwarunkowań powinna być umiejscowiona w dokumentach edukacji formalnej – na wszystkich jej poziomach, w tym także w koncepcji edukacji ekologicznej oraz edukacji dla zrównoważonego rozwoju w programach kształcenia studentów na kierunkach przyrodniczych na wyższych uczelniach. Kształtowanie świadomości na temat znaczenia różnorodności biologicznej i konieczności ochrony jej zasobów jest jednym z głównych zadań edukacji na wszystkich jej poziomach.

W ostatnich latach przyjęto także inne dokumenty strategiczne, których realizacja tworzyć powinna korzystne otoczenie dla działań podejmowanych w ramach strategii.

Naczelne miejsce wśród aktów prawnych regulujących te kwestie zajmuje ustawa – Prawo Ochrony Środowiska z 2001 roku, która określa zasady ochrony środowiska, a także warunki korzystania z zasobów środowiska z uwzględnieniem problemów ochrony różnorodności biologicznej.

Szczególne znaczenie dla ochrony zasobów przyrody ma ustalenie przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych Dekady Bioróżnorodności na lata 2011–2020 (United Nations Decade of Biodiversity). Inicjatywa ta promuje wdrożenie planu ochrony bio-

różnorodności poprzez zachęcanie państw do rozwijania i upowszechniania narodowych programów w tym zakresie. Ma to na celu zapobieganie wymieraniu wielu spośród ponad ośmiu milionów gatunków flory i fauny. W związku z powyższym Unia Europejska (UE) przyjęła strategię ochrony i poprawy stanu różnorodności biologicznej w Europie w latach 2011–2020. Strategia ta ma na celu powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej i degradacji ekosystemów w Unii Europejskiej (UE) do 2020 r. poprzez określenie celów priorytetowych i stanowi integralną część strategii Europa 2020, w szczególności inicjatywy przewodniej „Europa efektywnie korzystająca z zasobów”. Do najważniejszych celów tej strategii należy ochrona i przywrócenie stanu przyrody (czuwanie nad zarządzaniem strefami Natura 2000 i pełnym wdrażaniem przepisów dyrektywy ptasiej i siedliskowej stanowiących podstawę polityki UE w dziedzinie różnorodności biologicznej), utrzymanie i wzmocnienie ekosystemów i ich funkcji (odbudowa przynajmniej 15% zdegradowanych ekosystemów do 2020 roku), zapewnienie zrównoważonego rozwoju rolnictwa i leśnictwa, zapewnienie zrównoważonego wykorzystania zasobów rybnych, zwalczanie inwazyjnych gatunków obcych, które stanowią poważne zagrożenie dla europejskiej różnorodności biologicznej, a także podjęcie kwestii światowego kryzysu różnorodności biologicznej.

Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej poprzez edukację do zrównoważonego rozwoju (przyjęta przez Ministra Środowiska i Ministra Edukacji 21 września 2000 roku) określiła natomiast cele związane z upowszechnianiem idei ekorozwoju we wszystkich sferach życia, czyli zwróciła uwagę na objęcie edukacją ekologiczną całego społeczeństwa, a także wdrożenie edukacji ekologicznej jako edukacji interdyscyplinarnej na wszystkich stopniach edukacji formalnej i nieformalnej, jak również promowanie dobrych doświadczeń

z zakresu metodyki edukacji ekologicznej (Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej 2001).

Edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju powinna opierać się na przygotowanej przez Europejską Komisję Gospodarczą ONZ Strategii Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju (2008), będącej odpowiedzią i formą realizacji celów ogłoszonej przez ONZ Dekady Edukacji na rzecz Zrównoważonego Rozwoju (2005–2014). Głównym celem Dekady jest zapewnienie wszystkim, niezależnie od wieku, płci, rasy, narodowości, dostępu do edukacji na wysokim poziomie oraz włączenie idei zrównoważonego rozwoju, w tym problematyki bioróżnorodności do systemu edukacji na wszystkich poziomach. Polska, przyjmując tę strategię, uczyniła ją dokumentem wytyczającym cele, zadania, zasady i zakres edukacji ekologicznej w kraju (Gajuś, Wójcik 2011).

Według strategii, edukacja środowiskowa w szkołach wyższych powinna polegać na kształceniu mającym na celu wprowadzenie w problematykę środowiskową studentów, przyszłych absolwentów, przygotowywaniu specjalistów do pracy zawodowej w zakresie szeroko pojętej ochrony środowiska, w tym ochrony różnorodności biologicznej. W dokumencie tym czytamy, iż edukacja ekologiczna i środowiskowa, jak również edukacja dla zrównoważonego rozwoju w szkołach wyższych powinna przekazywać podstawową wiedzę z zakresu nauk przyrodniczych, ekonomiczno-technicznych i humanistycznych oraz kształtować postawy przyjazne środowisku.

Ideą edukacji dla zrównoważonego rozwoju jest dążenie do osiągnięcia równowagi pomiędzy społecznym i ekonomicznym dobrem oraz kulturą, tradycją i ochroną zasobów naturalnych Ziemi. Edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju podkreśla potrzebę respektowania godności ludzkiej, poszanowania różnorodności, ochrony środowiska naturalnego i zasobów naszej

planety. Ideałem, do którego należy dążyć, jest zapewnienie każdemu człowiekowi możliwości kształcenia zgodnego z jego zdolnościami oraz wpajanie w procesie kształcenia wartości, bez których niemożliwy byłby zrównoważony rozwój społeczny. Warunkiem koniecznym do spełnienia jest nieustanny monitoring jakości procesu kształcenia.

## Materiał i metody

W niniejszym opracowaniu zastosowano metodę analizy dokumentów. Dokonano analizy porównawczej programów kształcenia studentów na kierunkach *Biologia i Ochrona środowiska* realizowanych w Uniwersytecie Pedagogicznym im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, pod kątem obecności w nich tematyki bioróżnorodności. ([http://mdl.up.krakow.pl/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=82&Itemid=501](http://mdl.up.krakow.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=82&Itemid=501) (dostęp: 2.09.2014 r.).

Podstawę badań stanowiły karty kursów realizowanych na kierunkach *Biologia i Ochrona środowiska* (dostępne na wyżej wymienionej stronie internetowej). Karty te zawierają wykaz treści i efektów nauczania z podziałem na trzy kategorie: wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne, które student uzyskuje w trakcie kursu. Analizując karty kursów wyszukiwano treści z tych trzech kategorii odnoszące się do różnorodności biologicznej na poziomie genetycznym, gatunkowym, międzygatunkowym, ekosystemowym, a także dotyczące funkcjonowania i ochrony bioróżnorodności.

## Wyniki

Z kierunkowych efektów kształcenia w obszarach wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych wybrano te zapisy, które bezpośrednio i pośrednio dotyczyły różnorodności biologicznej.

Przykłady kierunkowych efektów kształcenia związanych z tematyką różnorodności biologicznej zaplanowanych na kierunkach: *Biologia* i *Ochrona środowiska*.

#### WIEDZA

Student:

- opanował różnorodność biologiczną grzybów, flory i fauny Polski ze szczególnym uwzględnieniem gatunków objętych ochroną, wymierających i zagrożonych;
- opisuje zjawiska i procesy zachodzące w przyrodzie;
- zna organizację systemów ekologicznych w układzie organizm – środowisko;
- definiuje i określa podstawowe pojęcia, koncepcje i zasady prawa ochrony środowiska;
- przedstawia źródła zmienności organizmów oraz czasowe i przestrzenne uwarunkowania różnorodności biologicznej;
- przedstawia historyczne i współczesne przyczyny zróżnicowania flory i fauny oraz podstawy regionalizacji przyrodniczej Ziemi;
- wyjaśnia podstawowe reguły i opisuje mechanizmy funkcjonowania życia na poziomie populacji, biocenozy i ekosystemu;
- rozróżnia wybrane typy środowisk (siedlisk) przyrodniczych i charakteryzuje je pod kątem strukturalnym i funkcjonalnym;
- charakteryzuje najważniejsze zagrożenia środowiska przyrodniczego w różnych skalach przestrzennych (globalnej, regionalnej, lokalnej);
- definiuje ogólne zasady oraz wymienia i wyjaśnia metody i formy ochrony przyrody;
- interpretuje elementarne zasady klasyfikacji i nomenklatury organizmów oraz wymienia główne grupy systematyczne.

#### UMIEJĘTNOŚCI

Student:

- posługuje się współczesnymi metodami informacyjnymi do oceny ryzyka zagrożeń środowiska;
- ocenia środowisko życia zwierząt leśnych oraz wielkość populacji i ogólny stan zdrowotny zwierzęcy;
- interpretuje i przewiduje zmiany w użytkowaniu ziemi zachodzące pod wpływem procesów intensyfikacji, uprzemysłowienia i ekologizacji rolnictwa;
- oszacuje skutki klęsk żywiołowych i katastrof naturalnych oraz konsekwencje niektórych procesów ekonomicznych i społecznych w aspekcie ochrony środowiska;
- przeprowadza obserwacje oraz wykonuje w terenie lub laboratorium proste pomiary fizyczne, biologiczne i chemiczne.

#### KOMPETENCJE SPOŁECZNE

Student:

- posługuje się argumentami na rzecz zrównoważonej działalności człowieka;
- wykazuje wrażliwość na potrzeby zwierząt oraz dobrostan zwierząt hodowlanych;
- wykazuje gotowość do działań indywidualnych i społecznych na rzecz zachowania równowagi ekologicznej i ochrony zasobów Ziemi;
- krytycznie podchodzi do informacji upowszechnianych w mediach, szczególnie z zakresu nauk przyrodniczych;
- wykazuje gotowość do działań indywidualnych i społecznych na rzecz zachowania równowagi ekologicznej.

Następnie dokonano porównania procentowego udziału tematyki bioróżnorodności w stosunku do innych zagadnień. Zebrane wyniki przedstawiono na rycinach 1–3. Litera W, U i K oznaczają, odpowiednio, wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne.

Jak wynika z analizy wykresów na kierunku Ochrona środowiska, hasła dotyczące różnorodności biologicznej przeważają w efektach kształcenia z obszaru kompetencji społecznych, natomiast na kierunku *Biologia*, zarówno na I jak i II stopniu, z obszaru wiedzy.

Dokonano również analizy programów poszczególnych specjalności realizowanych na obu kierunkach i porównano zawartość procentową zagadnień z bioróżnorodności pojawiających się w efektach kształcenia. Wyniki przedstawiono na wykresach (ryc. 4, 5 i 6).

Jako przykład podajemy szczegółową analizę efektów kształcenia na specjalnościach oraz poszczególnych kursach kierunku *Ochrona środowiska*. Osiągnięcie tych efektów kształcenia przez studentów zapewni pogłębioną wiedzę w zakresie ochrony i utrzymania stanu różnorodności biologicznej we wszystkich jej aspektach.

Studenci kierunku *Ochrona środowiska* od II roku studiów mają możliwość wyboru specjalności *Odnawialne źródła energii* lub *Zarządzanie środowiskiem geograficznym*. Realizacja obu specjalności zapewnia pogłębianie zagadnień dotyczących bioróżnorodności.

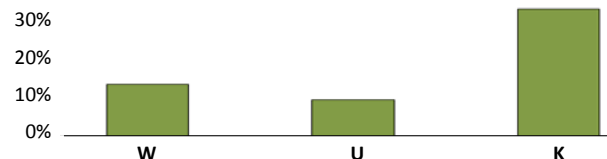
W efektach kształcenia na specjalności „Odnawialne źródła energii” znajdujemy następujące zapisy:

#### WIEDZA

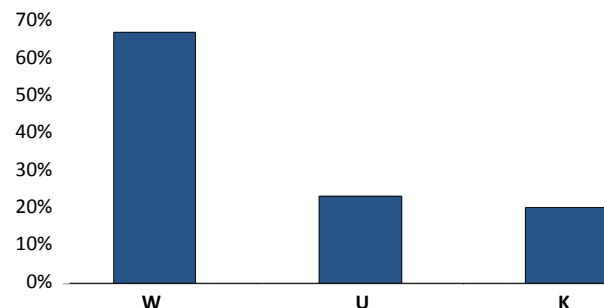
Student:

- ma wiedzę na temat biosfery, procesów chemicznych i fizycznych zachodzących w przyrodzie w czasie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, w tym z biomasy pochodzenia rolniczego i zwierzęcego;

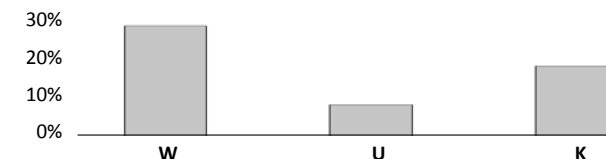




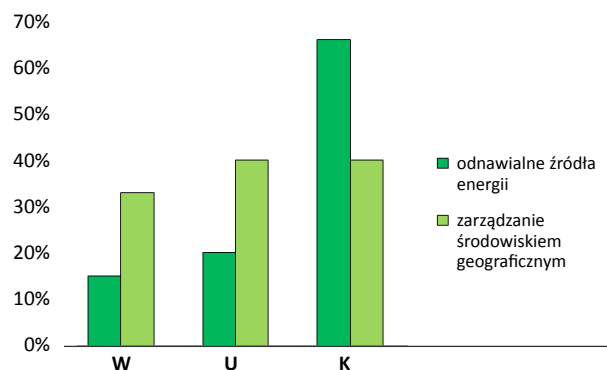
Ryc. 1. Procentowy udział kierunkowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Ochrona środowiska* – studia I stopnia.



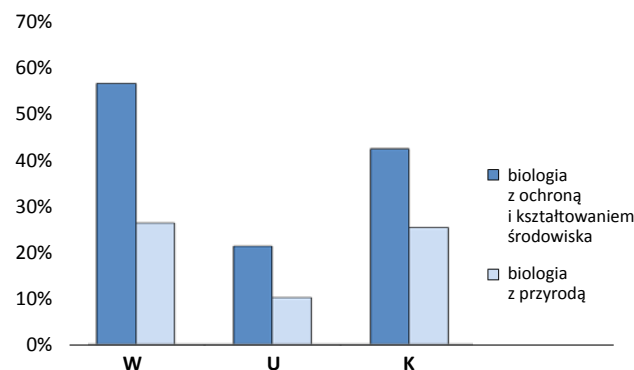
Ryc. 2. Procentowy udział kierunkowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Biologia* – studia I stopnia.



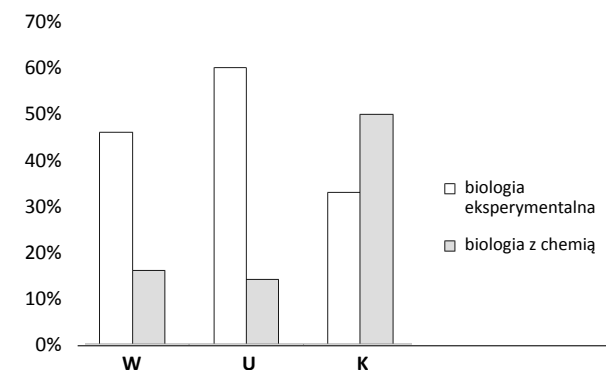
Ryc. 3. Procentowy udział kierunkowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Biologia* – II stopnia.



Ryc. 4. Procentowy udział specjalnościowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Ochrona środowiska* – studia I stopnia.



Ryc. 5. Procentowy udział specjalnościowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Biologia* – studia I stopnia.



Ryc. 6. Procentowy udział specjalnościowych efektów kształcenia dotyczących różnorodności biologicznej na kierunku *Biologia* – studia II stopnia.

- ma wiedzę na temat przyrodniczych uwarunkowań pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych i wykorzystania różnych odnawialnych źródeł energii.

#### UMIEJĘTNOŚCI

Student:

- interpretuje uzyskane informacje i wyciąga wnioski oraz formułuje i uzasadnia opinie w obszarze odnawialnych źródeł energii;
- rozwiązuje problemy w obszarze odnawialnych źródeł energii metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi.

#### KOMPETENCJE SPOŁECZNE

Student:

- ma świadomość ważności skutków działalności w obszarze odnawialnych źródeł energii, w tym jej wpływu na środowisko;
- ma świadomość roli społecznej absolwenta kierunku inżynierskiego, a zwłaszcza rozumie konieczność podejmowania działań proekologicznych oraz edukacji społeczeństwa w tym zakresie.

Nieco więcej efektów kształcenia uwzględniających zagadnienia bioróżnorodności przewidziano na specjalności „Zarządzanie środowiskiem geograficznym”, znajdujemy tu następującą wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne:

#### WIEDZA

Student:

- przedstawia źródła konfliktów oraz problemów społecznych związanych z wykorzystaniem i przekształcaniem środowiska;
- wymienia zasoby przyrody w Polsce i charakteryzuje ich zmiany pod wpływem antropopresji;

- charakteryzuje podstawowe zasady gospodarowania zasobami przyrody oraz określa zależności pomiędzy gospodarką a środowiskiem;
- opisuje ekonomiczne aspekty wykorzystywania zasobów naturalnych i ochrony środowiska.

#### UMIEJĘTNOŚCI

Student:

- sporządza plan zrównoważonego rozwoju gospodarczego wybranego terenu;
- ocenia aktualny oraz przedstawia optymalny stan środowiska i jego zasobów;
- posiada umiejętność identyfikacji zagrożeń wpływających na stan środowiska w Polsce;
- stosuje właściwe narzędzia w ochronie i kształtowaniu środowiska;
- wycenia walory i zasoby środowiska oraz straty ekologiczne.

#### KOMPETENCJE SPOŁECZNE

Student:

- jest świadomy konieczności prowadzenia gospodarki surowcowej w sposób minimalizujący szkody w środowisku;
- dostrzega konieczność angażowania sił społecznych na rzecz przeciwdziałania negatywnym skutkom oddziaływania człowieka na środowisko;
- dostrzega potrzebę podejmowania działań na rzecz zachowania dobrej jakości i wystarczającej ilości zasobów przyrody dla przyszłych pokoleń;
- czuje się odpowiedzialny za stan środowiska i podnosi swoją świadomość ekologiczną.

Wyniki analizy programów poszczególnych kursów i zaplanowanych efektów kształcenia wykazują, że zdecydowanie najwięcej efektów kształcenia dotyczących

bioróżnorodności zawartych jest w kompetencjach społecznych. Student kończący kierunek *Ochrona środowiska* powinien mieć świadomość odpowiedzialności za zachowanie bioróżnorodności i ochronę środowiska przyrodniczego, powinien być odpowiedzialny za upowszechnianie w społeczeństwie wiedzy biologicznej i potrzeby ochrony środowiska. Student posługuje się argumentami na rzecz zrównoważonej działalności człowieka w dziedzinie biotechnologii i inżynierii genetycznej oraz argumentami na rzecz zrównoważonej gospodarki zasobami przyrodniczymi. Ponadto odczuwa potrzebę ochrony roślin, zwierząt i form krajobrazu, wykazuje wrażliwość na potrzeby zwierząt oraz dobrostan gatunków zagrożonych, dostrzega konieczność angażowania sił społecznych na rzecz przeciwdziałania negatywnym skutkom oddziaływania człowieka na środowisko, dostrzega potrzebę podejmowania działań na rzecz zachowania dobrej jakości i wystarczającej ilości zasobów przyrody dla przyszłych pokoleń, podnosi stale swoją świadomość ekologiczną, dostrzega potrzebę ochrony jakości wód, powietrza, gleb, bioróżnorodności i georóżnorodności oraz racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody dla dobra społeczeństwa, a także dostrzega potrzebę wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju w działalności człowieka. Zatem wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne które uzyskuje absolwent kierunku *Ochrona środowiska* na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie to przykład realizacji Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej. Zakłada ona wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju na wszystkich poziomach edukacji formalnej i nieformalnej. Studenci na uczelniach wyższych objęci są edukacją formalną, jednak jako absolwenci mogą realizować założenia zrównoważonego rozwoju zarówno na poziomie formalnym i nieformalnym, bo są do tego odpowiednio przygotowani.

## Efekty kształcenia w obszarze wiedzy i umiejętności w wybranych kursach na kierunku Ochrona środowiska

Podczas realizacji kursu *Biologia środowiskowa* studenci poznają główne czynniki siedliskowe (klimatyczne i edaficzne) warunkujące życie roślin i grzybów, główne grupy ekologiczne roślin i grzybów oraz główne miejsca występowania w Polsce poszczególnych grup ekologicznych roślin i grzybów. Po zakończeniu kursu studenci potrafią oceniać stan środowiska dla funkcjonowania flory i fauny oraz określać jej zagrożenia. Realizując kurs *Bioremediacja* studenci poznają gatunki wskaźnikowe, testowe i monitorowe, a także opracowują założenia do projektu fitostabilizacji terenu zanieczyszczonego metalami ciężkimi. Niektóre przedmioty już w swojej nazwie zawierają określenie bioróżnorodności. I tak przedmiot *Bioróżnorodność środowisk przyrodniczych* pozwala na zdobycie wiedzy o wpływie środowiska na życie roślin i grzybów i zwierząt, formach ochrony szaty roślinnej, metodach badań bioindykacyjnych przy zastosowaniu grzybów i zwierząt oraz czynnikach antropogenicznych wpływających na myko-, lichenobiotę i świat zwierzęcy. Studenci po zakończeniu tego przedmiotu potrafią oceniać stan środowiska dla funkcjonowania flory, fauny oraz określać jej zagrożenia oraz charakteryzować adaptacje roślin i zwierząt do życia w różnych środowiskach. Wiedzę na temat różnorodności grzybów i roślin, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków wymierających, zagrożonych i objętych ochroną w Polsce oraz umiejętność rozpoznawania charakterystycznych grup grzybów i roślin studenci nabywają podczas realizacji kursu *Botanika i mikologia*. Rozpoznawanie i identyfikowanie organizmów wodnych do właściwych formacji ekologicznych oraz poznawanie troficznej organizacji biocenoz słodkowodnych ma miejsce na kursie *Hydrobiologii*. Pod-

czas przedmiotu *Zoologia* studenci poznają czynniki wpływające na bioróżnorodność zwierząt bezkręgowych i strunowców. W wyniku realizacji kursów z *Ekologii ogólnej* i *Ekologii stosowanej* studenci powinni wymienić wskaźniki bioróżnorodności oraz orientować się w konkretnych przykładach jej zachowania takich jak odbudowa populacji kuropatwy w Anglii poprzez zwiększanie bioróżnorodności krajobrazu rolniczego, przebudowa drzewostanów w Polsce oraz modyfikacja użytkowania lasów. W efektach kształcenia kursu *Ochrona przyrody* założono, że student będzie potrafił scharakteryzować rodzaje bioróżnorodności, wykazać, że różnorodność biologiczna jest głównym celem ochrony przyrody Polski, a także nabędzie umiejętność dokonywania analizy danych dotyczących aktualnego stanu zasobów przyrody we własnym regionie, w kraju i świecie korzystając z różnych źródeł wiedzy.

Warto zaznaczyć, że w programach studiów zarówno na kierunku *Ochrona środowiska*, jak i *Biologia* dominują treści dotyczące różnorodności biologicznej w skali lokalnej, regionalnej i krajowej. Ma to duże znaczenie dla potencjalnych działań absowentów tych kierunków na rzecz ochrony bioróżnorodności. Tak wykształceni absowenci najpewniej będą podejmować działania na małą skalę, nieświadomi funkcjonowania różnorodności na szczeblu międzynarodowym. Tymczasem ogromne znaczenie w skutecznej ochronie różnorodności biologicznej mają działania wielkoobszarowe, zabezpieczające zagrożone gatunki i ich siedliska przed izolacją przestrzenną i genetyczną.

Szczególną rolę w poznawaniu bioróżnorodności odgrywają ćwiczenia terenowe. Zagadnienia dotyczące różnorodności roślin i grzybów są rozszerzane podczas ćwiczeń terenowych z botaniki i mikologii podczas których studenci opisują siedliska i charakterystyczne dla nich gatunki grzybów i roślin naczyniowych, charakteryzując rolę roślin i grzybów w przyrodzie, poznają me-

tody i techniki biomonitoringu posługując się kluczami do oznaczania grzybów i roślin kwiatowych rozpoznając odpowiednie taksony. Ćwiczenia terenowe z zoologii pozwalają na poznanie czynników wpływających na bioróżnorodność kręgowców oraz zdobycie podstawowej wiedzy na temat kręgowców chronionych i zagrożonych w Polsce. Podczas ćwiczeń terenowych z ekologii studenci wykonują samodzielnie lub w zespole proste badania terenowe związane z waloryzacją środowiska oraz oceną liczebności dzikich zwierząt, umiejętnie wykorzystując podstawowe metody, techniki oraz sprzęt stosowany do waloryzacji środowiska, oceny liczebności oraz monitoringu dzikich zwierząt.

Należy zwrócić także uwagę na nabywanie przez studentów bardzo praktycznych umiejętności dotyczących działań na rzecz zachowania bioróżnorodności, takich jak: formułowanie propozycji działań zgodnych z założeniami zrównoważonego rozwoju w skali lokalnej, regionalnej oraz globalnej podczas kursu *Zrównoważony rozwój*, planowanie praktycznych działań na rzecz ochrony przyrody i środowiska, wykorzystywanie różnorodnych źródeł i metod pozyskiwania informacji o środowisku podczas kursu *Edukacja ekologiczna* oraz ocenianie stanu i jakości środowiska na podstawie badań monitoringowych w czasie realizacji przedmiotu *Monitoring środowiskowy*.

Analiza programów kursów prowadzonych na kierunku *Ochrona środowiska* pozwala na sformułowanie wniosku, że najszerzej reprezentowane w programach są zagadnienia dotyczące bioróżnorodności gatunkowej i środowiskowej. Wpisuje się to w Krajową strategię ochrony i umiarkowanego użytkowania różnorodności biologicznej (2003), której jednym z celów jest zachowanie bogactwa różnorodności biologicznej w skali lokalnej, regionalnej i globalnej oraz zapewnienie trwałości przyrody. Bioróżnorodność genetyczna pojawia się w programach kursów w obszarze wiedzy i kompetencji



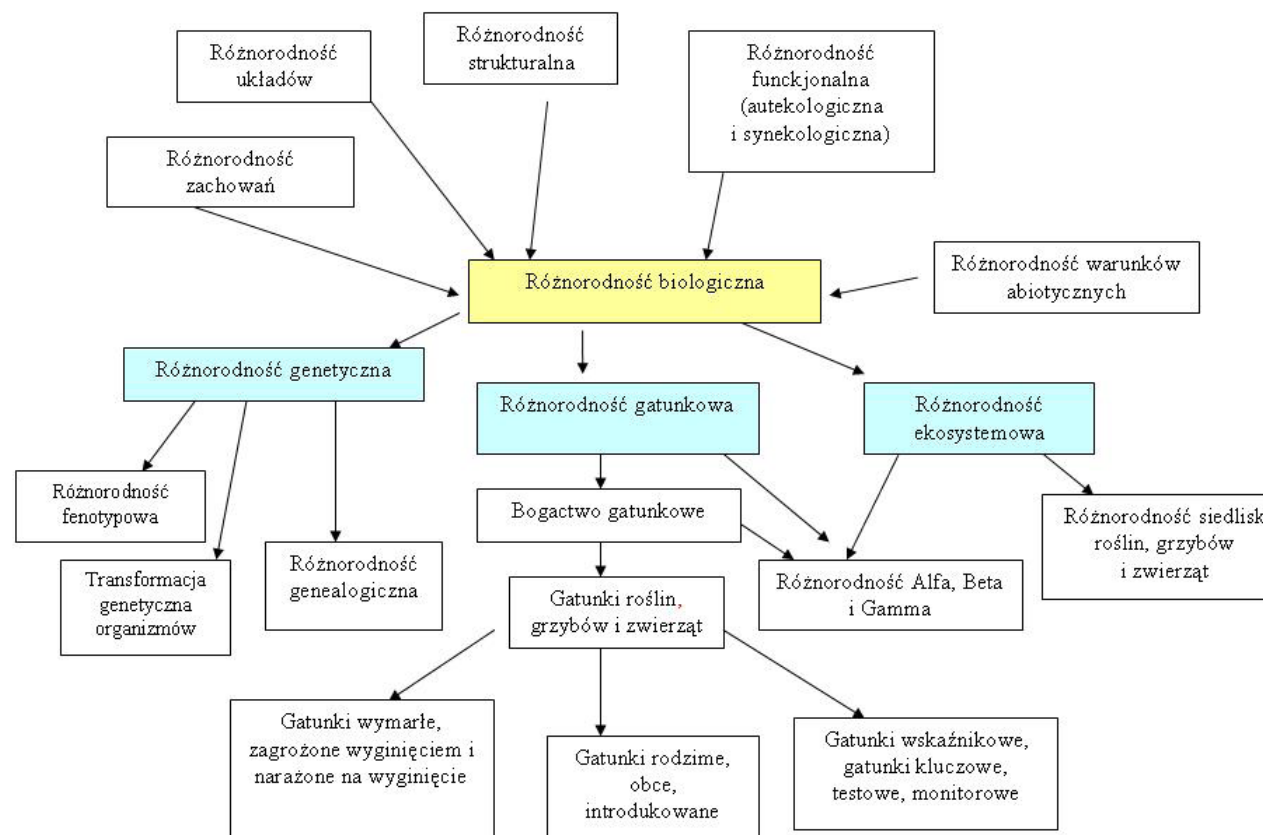
społecznych w przedmiocie *Biotechnologia w ochronie środowiska* i dotyczy zagadnień związanych z genetyczną transformacją organizmów. W efektach kształcenia tego przedmiotu w obszarze kompetencji społecznych założono nabycie przez studenta świadomości szans i zagrożeń związanych z rozwojem i praktycznym zastosowaniem biotechnologii.

Wyniki analizy efektów kształcenia na kursach przedmiotowych obu kierunków (*Ochrony środowiska* i *Biologii*), usystematyzowano według trzech poziomów bioróżnorodności: różnorodność genetyczna, różnorodność gatunkowa, różnorodność ekosystemowa, i przedstawiono na ryc. 7.

## Podsumowanie

Na podstawie analizy programów kierunkach *Biologia* i *Ochrona środowiska* można sądzić, że po ich realizacji studenci będą mieli głęboką wiedzę i odpowiednio ukształtowane postawy umożliwiające podejmowanie działań na rzecz ochrony różnorodności biologicznej. Rozumiejąc jej istotę, mogą we własnym życiu podejmować świadome decyzje, a jako przyszli nauczyciele, edukatorzy i popularyzatorzy wiedzy włączyć się do podnoszenia świadomości ekologicznej społeczeństwa, stając się w swoich środowiskach zawodowych animatorami kultury przyrodniczej.

Rozumiejąc ideę ochrony różnorodności biologicznej, możemy podejmować decyzje, które pomogą zmniejszyć tempo wymierania gatunków organizmów w otaczającym nas środowisku. Pierwszoplanowym zadaniem jest podnoszenie świadomości ekologicznej wszystkich grup społecznych, gdyż ich wsparcie i odpowiedzialność w działaniu jest koniecznym warunkiem sukcesu jakichkolwiek programów ochrony przyrody.



Ryc. 7. Poziomy bioróżnorodności w programach kształcenia studentów kierunku *Biologia* i *Ochrona środowiska*

Na podstawie: Duelli i Obrist 2002, zmodyfikowane.

## Literatura

- Agenda 21: *Raport Agenda 21 w Polsce. 10 lat po Rio 1992-2002*; Ministerstwo Środowiska, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa 2002.
- Andrzejewski R, Weigle A (2003). *Różnorodność biologiczna Polski*. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Deklaracja z Rio w sprawie środowiska i rozwoju. Dokumenty końcowe konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i rozwój”, Szczyt Ziemi: Rio de Janeiro, 3–14 czerwca 1992 r., Instytut Ochrony Środowiska, <http://www.ios.edu.pl/biodiversity/5/rio.htm>
- Duelli P, Obrist MK (2003). Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 98, z. 1–3: 87–98.
- Gajus-Lankamer E., Wójcik A.M., (2011), Edukator Zrównoważonego Rozwoju odpowiedzialnością na potrzebę kształcenia zrównoważonego społeczeństwa. *Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development* 2011, vol.6, no 2, 157-164
- Konwencja o Różnorodności Biologicznej. Ministerstwo Środowiska. <http://biodiv.gdos.gov.pl/convention/text-convention/preamble> (dostęp: 2.06. 2014).
- Krajowa Strategia Ochrony i Umiarkowanego Użytkowania Różnorodności Biologicznej (2003), Ministerstwo Środowiska. Warszawa
- Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej – przez edukację do Zrównoważonego Rozwoju (2001), Ministerstwo Środowiska. Warszawa
- Unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.: *Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny*, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52011DC0244> (dostęp: 3.09.2014).
- Program Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska (United Nations Environment Programme – UNEP), <http://www.unep.org>.
- Plany i programy studiów na kierunkach Biologia i Ochrona środowiska – Uniwersytet Pedagogiczny Kraków, [http://mdl.up.krakow.pl/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=82&Itemid=501](http://mdl.up.krakow.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=82&Itemid=501)
- Strategia Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju, (2008), Europejska Komisja Gospodarcza ONZ, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627).
- Wilson EO (1992). *The Diversity of Life*. Harvard University Press.

## Biodiversity content in curricula of natural science faculties

Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska, Elżbieta Rożej-Pabijan

Education concerning biodiversity has a long tradition in Poland, and has its origin in environmental education in XIX century. Biodiversity education in a novel approach encompasses three aspects – environment, society and economy. This approach arise with Education for Sustainable Development and Biodiversity Convention in 1992 during United Nations conference in Rio de Janeiro „Environment and development”. Poland as the cosignatory of Biodiversity Convention is obliged to educate for biodiversity protection on all levels of formal education. What means, that content connected to biodiversity should be present in all documents related to formal education, including curricula at universities. Here we aimed at comparing curricula of two faculties at Pedagogical University in Cracow: Biology and Environmental protection to verify if they include content related to biodiversity.

**Key words:** education, sustainable development, biodiversity, university curricula

# Woda – płynny skarb

## Scenariusz lekcji przyrody

Katarzyna Kubaś

**Temat:** Woda – płynny skarb

**Przedmiot:** Przyroda

**Adresaci:** V klasa, szkoła podstawowa

**Liczba godzin lekcyjnych:** 2 x 45 minut



**Katarzyna Kubaś:** studentka II stopnia Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na kierunku biologia (absolwentka studiów I stopnia – specjalność: nauczanie biologii i przyrody), słuchaczka studiów podyplomowych na Wydziale Studiów Edukacyjnych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na kierunku zintegrowana edukacja przedszkolna i wczesnoszkolna

### Cel kształcenia:

#### Umiejętności (wymagania ogólne):

- II. Stawianie hipotez na temat zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie i ich weryfikacja.  
Uczeń przeprowadza obserwacje i doświadczenia według instrukcji, rejestruje ich wyniki w różnej formie oraz je objaśnia.
- V. Obserwacje, pomiary i doświadczenia.  
Uczeń korzysta z różnych źródeł informacji (własnych obserwacji, badań, doświadczeń, tekstów, map, tabel, fotografii, filmów), wykonuje pomiary i korzysta z instrukcji (słownej, tekstowej i graficznej); dokumentuje i prezentuje wyniki obserwacji i doświadczeń; stosuje technologie informacyjno-komunikacyjne.

#### Wiadomości (wymagania szczegółowe):

3. Obserwacje, doświadczenia przyrodnicze i modelowanie. Uczeń:
- 3) obserwuje i rozróżnia stany skupienia wody, obserwuje zjawiska: parowania, skraplania, topnienia i zamarzania (krzepnięcia) wody;
5. Człowiek a środowisko. Uczeń:
- 3) proponuje działania sprzyjające środowisku przyrodniczemu;
6. Właściwości substancji. Uczeń:
- 1) wymienia znane właściwości wody;
- 6) bada wpływ czynników takich jak: woda, (...) na przedmioty zbudowane z różnych substancji;

#### Ponadto uczeń:

- uzasadnia, że należy oszczędzać wodę;
- wyjaśnia znaczenie wody w życiu człowieka, roślin i zwierząt;

- wymienia sposoby oszczędzania wody w gospodarstwie domowym;
- aktywnie pracuje na zajęciach;
- rozwija zamiłowania przyrodnicze;

### Środki dydaktyczne:

- wiersz pt.: „Jak powstaje kropla wody”, autor re-nia, źródło: <http://wiersze.kobieta.pl/wiersze/jak-powstaje-kropla-wody-336281>
- rebus,
- karta pracy,
- termometr (po 1 na grupę),
- szklanki (po 2 na każdą grupę),
- naczynia o różnych kształtach (po 4 na grupę),
- butelka z wodą (ok. 2 na grupę),
- talerzyk (po 1 na grupę),
- kieliszek 50 ml (po 1 na grupę),
- schemat obiegu wody,
- 7 kartek z „codziennymi czynnościami”,
- duże, szklane naczynie,
- detergenty (np. płyn do mycia naczyń, proszek, pastę do zębów),
- „Mokre zagadki”.

### Strategie nauczania:

- operacyjna.

### Formy pracy:

- praca w grupie;
- praca indywidualna.

### Metody nauczania:

- pogadanka,
- burza mózgów,
- pokaz,
- doświadczenie,
- ćwiczenie relaksacyjne.



## Przebieg lekcji:

### I. Faza przygotowawcza:

- Przywitanie uczniów,
- Czynności organizacyjno-porządkowe.
- Prowadzący wyświetla na tablicy krótki rebus, jego rozwiązanie jest tematem lekcji, nauczyciel zapisuje temat na tablicy, zaś uczniowie w zeszytach przedmiotowym.

### II. Faza realizacyjna:

- Prowadzący prosi jednego z uczniów o przeczytanie wiersza pt.: „Jak powstaje kropla wody”. Uczniowie uzupełniają zadanie 1. Następnie rozdaje karty pracy i dzieli uczniów na grupy. Każda z grup przeprowadza 3 obserwacje.

#### 1) Lód.

Nauczyciel każdej grupie rozdaje 2 szklanki: jedna z ciepłą i druga z bardzo zimną wodą, kilka kostek lodu i termometr, tłumaczy uczniom, co mają zrobić: zmierz temperaturę w każdej ze szklanek, następnie wrzuc po kostce lodu do każdej z nich, zaobserwuj w której szklance szybciej lód się rozpuści i uzupełnij podpunkt a) w zadaniu 1 na karcie pracy. Dodatkowo uczniowie mogą zaobserwować, że lód unosi się na powierzchni wody, tzn., że lód jest lżejsze od wody w stanie ciekłym.

#### 2) Woda.

Nauczyciel każdej grupie rozdaje naczynia o różnych kształtach oraz butelkę z wodą, tłumaczy uczniom, co mają zrobić: naley wodę do wszystkich naczyń, zaobserwuj, czy kształt wody się zmienił i uzupełnij podpunkt b) w zadaniu 1. Dodatkowo zaobserwuj, jakiej barwy jest woda, jaki ma zapach. Zastanów się, co się stanie, gdy pojemnik

z wodą umieścisz w zamrażarce. Jak nazywa się ten proces?

#### 3) Para wodna.

Nauczyciel rozdaje każdej grupie butelkę z wodą, talerzyk, szklankę, kieliszek 50 ml oraz lusterko oraz tłumaczy uczniom, co mają zrobić: na talerzyk i do szklanki wlej 50 ml wody, zastanów się, z którego naczynia woda szybciej wyparuje. Odstaw na parapet/grzejnik oba naczynia. Następnie weź lusterko i chuchnij, co obserwujesz? Uzupełnij podpunkt c) w zadaniu 1.

- Nauczyciel prezentuje uczniom schemat obiegu wody, omawia go, tłumaczy uczniom niejasności, uczniowie uzupełniają zadanie 3 na karcie pracy, nauczyciel sprawdza poprawność wykonania zadania.
- Następnie prowadzący rozmawia z dziećmi na temat znaczenia wody dla ludzi, środowiska, gospodarki, uczniowie uzupełniają zadanie 4 na karcie pracy.
- W dalszej części zajęć prowadzący pyta uczniów, jak wykorzystują wodę w ciągu jednego dnia, jak sądzą, na co najwięcej zużywają wody, prowadzący w celu zobrazowania ilości wody, która jest zużywana przez przeciętnego Polaka przyczepia na tablicy 7 kartek, na których napisane są codzienne czynności, przy których potrzebna jest woda (spłukiwanie wody, prysznic, kąpiel w wannie, mycie naczyń, mycie zębów, podlewanie kwiatów, pranie w pralce). Przy każdej czynności nauczyciel pyta uczniów, jak sądzą, ile litrów wody jest na nią zużywane i zapisuje ich odpowiedź na tablicy, obok niej zapisuje prawdziwą odpowiedź (spłukiwanie wody – 10 litrów, prysznic – 60 litrów, kąpiel w wannie – 120 litrów, mycie naczyń – 50 litrów, mycie zębów – 10 litrów, podlewanie kwiatów – 5 litrów, pranie w pralce – 130 litrów; źródło: <http://www.stylownik.com/a-928-ile-wody-marnujemy-kazdego-dnia.html>).

Uczniowie porównują swoje propozycje z rzeczywistymi danymi.

- Nauczyciel pyta dzieci, co to jest zanieczyszczenie wody, uczniowie wymieniają źródła zanieczyszczeń oraz ich skutki, następnie uzupełniają zadanie 5 na karcie pracy.
- W dalszej części lekcji uczniowie dobierają się w pary, każdej parze nauczyciel rozdaje potrzebne materiały: duże, szklane naczynie, butelkę z wodą, detergenty (np. płyn do mycia naczyń, proszek, pastę do zębów). Nauczyciel przedstawia instrukcję: szklane naczynie wypełnić czystą wodą, w tabeli wpisać wszystkie czynności, które wykonujemy z wodą, zaś obok nich wszelkie środki chemiczne używane do ich wykonania. Następnie do naczynia z wodą wlewamy niewielkie ilości tych środków. Uczniowie obserwują, co się dzieje oraz wypełniają zadanie 6 na karcie pracy. Instrukcja: Uczniowie formułują pytanie problemowe, hipotezę, przeprowadzają obserwację i wyciągają wnioski. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonania zadania.
- Nauczyciel prowadzi z uczniami pogadankę na temat sposobów oszczędzania wody, na środku tablicy rysuje kroplę wody od której odchodzą strzałki, następnie uczniowie zapisują swoje pomysły na ten temat.

### III. Faza podsumowująca:

- Na zakończenie zajęć nauczyciel wybiera jednego z uczniów, prosi go o przeczytanie zagadki, kto zgadnie pierwszy, o czym jest mowa, zadaje następną zagadkę.
- Nauczyciel podsumowuje zajęcia, zadaje zadanie domowe, ocenia aktywność i zaangażowanie każ-

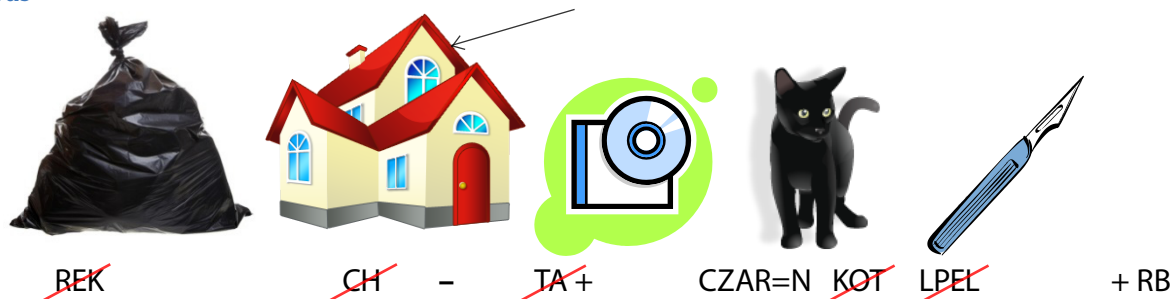
dego z uczniów oraz prosi uczniów o wypełnienie ankiety ewaluacyjnej.

- Na zakończenie zajęć prowadzący prosi uczniów o odnalezienie wygodnej dla siebie pozycji, tak by nie dotykać innej osoby, dzieci zamykają oczy, odprężają się i próbują wczuć w odtwarzaną muzykę.
- Pożegnanie uczniów.

## Literatura

- Źródło ilustracji: ClipArt z Microsoft Word
- [http://szkolamysleniamini2.nq.pl/index.php?sec=pobierz\\_plik&id=11584&typ=projekt&q=248](http://szkolamysleniamini2.nq.pl/index.php?sec=pobierz_plik&id=11584&typ=projekt&q=248) (data dostępu: 11.03.14)
- <https://www.wolewode.pl/dla-rodzicow/zabawy-z-woda/5-6/mokre-zagadki.html#> (data dostępu: 11.03.14)
- <http://rodzice.net/news/zagadki-dla-dzieci> (data dostępu: 11.03.14)
- <http://docs9.chomikuj.pl/176777091,PL,0,0,zagadki-ekolog.doc> (data dostępu: 11.03.14)
- <http://www.youtube.com/watch?v=mG-yhuu5UHw> (data dostępu: 11.03.14)
- <http://wiersze.kobieta.pl/wiersze/jak-powstaje-kropla-wody-336281> (data dostępu: 11.03.14)
- <http://www.styloownik.com/a-928-ile-wody-marnujemy-kazdego-dnia.html> (data dostępu: 21.07.14)

## Rebus



## „Jak powstaje kropla wody”

Autor: Renia

Jak powstaje kropla wody  
to zależy od pogody  
gdy słońeczko mocno grzeje  
ciepło cicho i nie wieje.  
Wtedy paruje do góry  
i chowa się w zimne chmury  
potem deszczem z nieba leci  
zmywa kurz a nawet śmieci.  
Napełnia stawy kałuże  
jeziorka małe i duże.  
Podlewa roślinki małe  
ziemię drzewa okazałe.  
A gdy zimno jest na ziemi  
wtedy mróz ją w lód zamieni.  
Do picia potrzebna ptakom  
wszystkim ludziom i zwierzakom.  
Bardzo zdrowa gdy przejrzysta  
do tego smaczna i czysta  
traktujmy ją należycie  
bo woda to przecież życie!

## Karta pracy

### Zadanie 1. Uzupełnij zdania.

a) Lód

Lód pod wpływem (wyższej/nizszej) ..... temperatury otoczenia zmienia swój stan skupienia (szybciej/wolniej) ..... ze stałego na (ciekły/gazowy) ..... Mówimy, że wtedy lód (topnieje/paruje) ..... Lód ..... po powierzchni wody. Świadczy to o tym, że jest (cięższy, lżejszy) ..... od wody w stanie ciekłym.

b) Woda

Woda (ma/nie ma) ..... swojego kształtu. (Przyjmuje/Nie przyjmuje) ..... kształt naczynia, w którym się znajduje. Woda jest cieczą (barwną/bezbarwną) ..... oraz (pachnącą/bez zapachu) ..... Pod wpływem (niskiej/wysokiej) temperatury zmienia ciekły stan skupienia na (stały/gazowy) ....., czyli zamienia się w lód. Proces ten nazywany jest (parowaniem/zamrażaniem) .....

c) Para wodna

Proces zmiany ciekłego stanu skupienia na gazowy nazywa się (skraplanie/parowaniem) ..... Szybkość parowania (zależy/nie zależy) ..... od powierzchni parowania. Po chuchnięciu na lustro pojawiły się na nim (płatki śniegu/krople wody) ....., ponieważ w powietrzu wydychanym znajduje się (lód/ para wodna) ..... Na chłodnym lusterku uległa ona (zamrażnięciu/skropleniu) ..... Stan skupienia wody zależy od (wilgotności/temperatury) ..... otoczenia.

Zadanie 2. Wymień trzy stany skupienia wody i podaj przykłady ich występowania w przyrodzie.

a)

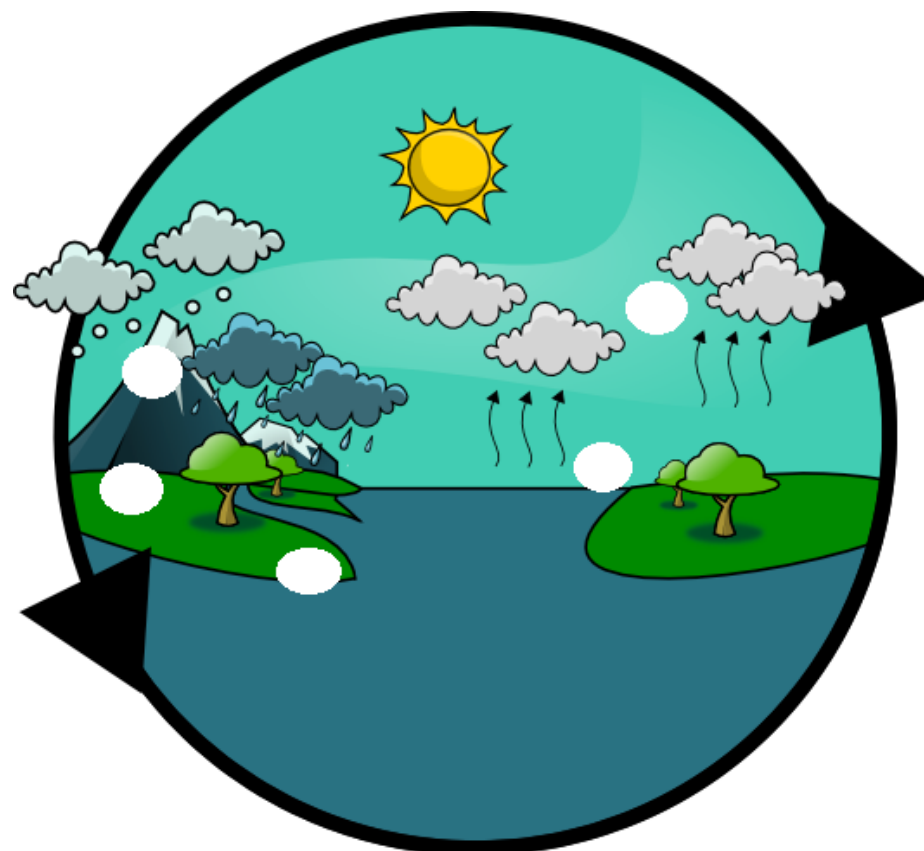
b)

c)

Zadanie 3. Uzupełnij kolejność wpisując w kratki odpowiednie numery od 1 do 5.

- ☐ Woda spada na ziemię w postaci deszczu lub śniegu.
- ☐ Para wodna unosi się znad morza, lasów, pól.
- ☐ Topniejący śnieg spływa z gór.
- ☐ W zetknięciu pary wodnej z zimnym powietrzem tworzą się chmury.
- ☐ Woda wsiąka w ziemię.

Następnie uzupełnij schemat wpisując w białe pola na rysunku odpowiednie numery od 1 do 5.





**Zadanie 4.** Jakie znaczenie ma woda? Wypisz po 3 przykłady.

dla ludzi	dla środowiska	dla gospodarki

**Zadanie 5.** Uzupełnij.

Źródła zanieczyszczenia wody	
naturalne	pochodzące z działalności człowieka

**Zadanie 6.** Sformułuj pytanie badawcze, hipotezę i przeprowadź doświadczenie. Uzupełnij tabelę i odpowiedz na pytania.

Pytanie badawcze: .....

Hipoteza: .....

Codzienne czynności	Użyte detergenty

Co można zaobserwować? Jak wygląda woda zmieszana z środkami chemicznymi?

.....

.....

.....

.....

.....

Czy woda nadal nadaje się do użytku? Uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

.....

Jakie wnioski można sformułować na podstawie tego doświadczenia?

.....

.....

.....

.....

.....

## Zadania domowe

**Zadanie 1.** Jakie znasz skutki zanieczyszczenia wody?

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 2.** Wymyśl hasło lub wierszyk zachęcający do oszczędzania wody.

.....

.....

.....

**Zadanie 3.** Wykonaj doświadczenie: wpływ wody na wybrane substancje.

Potrzebne będą:

- 7 szklanek wody,
- łyżeczka,
- łyżeczka soli, cukru, oleju, pieprzu, piasku, mąki.

**Wykonanie doświadczenia.**

**Sformułuj pytanie badawcze:**

.....

.....

**Zapisz hipotezę:**

.....

.....

1. Do 6 szklanek dodaj po kolei łyżeczkę soli, cukru, oleju, pieprzu, piasku, mąki. Zamieszaj.
2. Siódmą szklankę pozostaw jako próbę kontrolną.
3. Badając wpływ wody na substancje pamiętaj o porównywaniu próby badanej z próbą kontrolną.
4. Uzupełnij tabelę i wyciągnij wnioski.

Cecha wody	Rozpuszczalność w wodzie TAK/NIE	Przezroczystość wody	Zapach wody
Substancja			
Sól			
Cukier			
Olej			
Pieprz			
Piasek			
Mąka			

**Wniosek:** .....

.....

.....

### Wskazówki:

Rozpuszczalność substancji i barwę wody można zaobserwować, by określić zapach wody należy ją powąchać

## Mokre zagadki

- Zimny, biały z nieba leci,  
bardzo go lubicie dzieci.  
A gdy słońce mocniej grzeje,  
to się woda z niego leje. /śnieg/
- Zwykle się rozlewa, leje,  
czasem jak kamień twardnieje.  
Bez niej trawy usychają,  
a zwierzęta umierają.  
/woda/
- Gdy go długo nie ma  
wszyscy narzekają,  
a gdy przyjdzie, pod parasol  
przed nim się chowają. /deszcz/
- Mieszkam wysoko na niebie,  
ale na Ziemi, tam w dole,  
gdy tylko mnie zobaczą  
chwytają za parasole.  
/chmura/
- Ma na dnie piasek albo kamienie.  
Do morza spieszy wciąż nieustrudzenie. /rzeka/
- Wprawdzie woda – lecz nie woda.  
Przypnij łyżwy, rękę podaj!  
Po tej wodzie – lecz nie wodzie,  
będziemy się ślizgać co dzień. /lód/
- Rankiem srebrzy się na łące  
Potem wysuszy ją słońce. /rosa/
- Kropelki wody na głowy padają.  
Wszyscy przed nimi pod dach uciekają. /deszcz/
- Gdy spadnie po raz pierwszy,  
świat robi się bielszy.  
Wyciągamy narty, sanki,  
dzieci lepić chcą bałwanki. /śnieg/
- Służy do picia, służy do mycia,  
bez niej na Ziemi nie byłoby życia. /woda/
- Gdzie jest woda tak czysta i chłodna?  
Wiadro po nią się spuszcza aż do dna. /studnia/

- Rośnie głową w dół, zimą nie latem,  
nie w polu, ale pod okapem.  
Gdy słońce mocniej przygrzeje  
to z żalu ciurkiem łzy leje. /sopel lodowy/
- Na szybach w oknie zimą, nie wiosną,  
dziwne paprocie i kwiaty rosną.  
Takie są gęste, srebrne, leciuchne.  
Chcę świat zobaczyć, to na nie chuchnę. /szron/

## Ankieta ewaluacyjna

Wyraż swoją opinię na temat atmosfery, jaka panowała podczas zajęć, poruszanego tematu oraz pracy w grupach stawiając kropkę w miejscu, który odzwierciedla Twój nastrój podczas zajęć.

	Atmosfera podczas zajęć	Temat zajęć	Praca w parach
			
			
			
			

# The Educating Insects – edukujące owady

## Didactical material – materiał dydaktyczny

## in English and Polish – po angielsku i po polsku

Sebastian Pilichowski, Zbigniew Zawada

Polish version: pp. 73–76

Illustrations: pp. 77–81

Wersja po polsku: ss. 73–76

Ilustracje: ss. 77–81



mgr Sebastian Pilichowski:  
Uniwersytet Zielonogórski

## Introduction

The insects are becoming more and more popular pets in Poland. Among them, the most popular are ants, butterflies, mantises, orthopterans, phasmids and roaches. Some other groups, such as bees, are important domestic animals. Others – like flies – are used as models in scientific and criminal experiments. The reasons for keeping such animals are various. One keeps them for fun, another one for education, research, or as feeder insects (for example for mantids, amphibians, reptiles...).

People in Poland, especially adults, are afraid of insects. When ask those people about the base of this fear, they often cannot find an answer. Sometimes they say that the insect can sting or bite. They are not aware that their own dogs or cats can bite much stronger, leading sometimes to very severe injuries. Another reason for fearing the insects is the flying ability. It is not very important that birds can do that either; birds are beautiful or „sweet”, but insects are not. Only one group usually exceeds „the ugliness of insects” – these are butterflies. They are insects capable of flying, but they fly gently and their wings show various patterns in different colours. But even in this group there are „winners” and „losers”. The winners are day butterflies, while the losers are moths, even though many of them are really colourful!

To provide some sympathy to these important for biosphere animals, we give examples of insects which can be breed at schools, or even kindergardens. Here we explain the reasons for breeding, as well as hints how to keep these animals, and most of all, we want to expose the importance of understanding the roles of insects in the world which is inhabited by them and us.

## What do we need?

- 1) **An insectarium.** A terrarium/ enclosure which is adjusted for keeping and breeding the chosen insects. The insectariums vary in their constructions – that is due to different needs of various groups or species.
- 2) **A place.** It can be a shelf, table or teachers desk. Better not to place the insectarium next to the window because the sun may rise the temperature to dangerous level and kill the insects.
- 3) **The will.** The teacher and children, pupils, students **MUST HAVE** a will to keep the animals at school. Of course, at the beginning the most important is the teacher who should transfer his/her passion to the students. Secondly, the teacher is the one who is mostly responsible for the health and life of the class-pet.
- 4) **A permission of parents.** This is a very difficult issue. How to explain to the parents the need of keeping a class-pet, an insect-class-pet? Many of them will be sceptical due to the common fear of insects. The teacher should delicately explain the role of the chosen pet in education. Second option is putting an insectarium into the biology-class or laboratory, or even corridor and exposing it to all children, pupils and students (as well as guest of the kindergarten/ school). This option needs a permission of the director.
- 5) **A permission of the director.** The teacher should make it clear to the director that there is a need for keeping an insect-pet. Then the director can help the teacher in persuading the sceptical parents. The strong argument may be that this is still rare method of supporting the education, even though it was described in books from 19th and 20th century.



## Part I. The role of insects in the biosphere

Among known animal species, insects species comprise over 70% of them (IUCN statistics of main animal groups). They inhabited and conquered soil, water and air. They live in almost all known types of ecosystems.

In general, the insects:

- are responsible for pollination of large group of plants,
- are partly responsible for decomposition of dead organisms,
- are transferring other organisms (often infective for humans, other animals and plants) in their own bodies (*inter alia* viruses, bacterias, protozoans, fungi) or on their body surface (*inter alia* fungi, mites, pseudoscorpions),
- are food-base for uncountable number of organisms,
- are important elements of local and global systems such as food webs. Their role within those systems is not limited to „eat or be eaten” but
  - the insects also limit populations of some plant species, or let them grow and develop,
  - the same goes for other invertebrates considered as pests (for example ladybirds eating aphids, parasitoids killing various life stages of butterflies, dipterans, coleopterans, etc.),
  - at the same time they may be called pests, when appear in big numbers on plantations and storerooms,
- transport seeds and spores (for example ants),
- provide precious products (for example honey, silk, dyes).

Each of the above roles may be considered positive or negative in our view of interest. Nevertheless, we – humans – are only a small and young part, but with

a huge impact, in the world of nature. At the same time the insects are huge and old part with an unmeasured impact on the world of nature.

## Part II. A guide – how to keep insects at school?

### FLIES. Order *Diptera*.

**Which one?** Fruit flies (*Drosophila spp.*), domestic flies (*Musca domestica*).

**Terrarium.** Flies are usually bred for genetics-classes purposes or as food-insects for pets. They can be bred in the plastic food-containers, cut bottles, etc.

**Conditions.** Maggots of the house fly and other similar in size species can be bought in the fishing shop. They are not challenging. The maggots from the fishing shop are already big and start to pupate soon. The pupas enclosed within pupariums can be put into the terrarium (as preys) with mantises, assassin bugs, predatory katydids, and other pets. Fruit flies are easy to keep. On the bottom of the cut bottle put a mix of yeasts, shred (e.g. apple) or squeezed fruit (e.g. banana), sugar and water. The food-mix should keep moisture, and prevent the flies from drowning at the same time. A few days after preparing a bottle with the food-mix and leaving it e.g. in the kitchen, cover it with a piece of fabric and tie it with a rubber band. It is good to put some wood wool or cut a piece of a raschel bag (the potatoes and onions are often sold in it). Those elements will help the flies to avoid drowning and will make the walking-space bigger for unwinged flies. The fruit flies without wings can be obtained from breeders or institutes teaching and studying genetics. It is also possible to establish a lineage by collecting wing-less individuals in a second bottle, even though it is an arduous activity. The fruit-flies are light-attracted. Thus, they will migrate within a bottle from dark place to the source of light. This feature may help in

manipulations, such as transferring some flies to another bottle to establish new population, or to a terrarium to feed a predator. Good solution in the place of a bottle with a piece of fabric, is a small plastic container with an original lid. In that lid, a hole can be cut out (about 1 – 1,5 cm diameter). That hole is plugged with a piece of a kitchen sponge. The sponge will provide a ventilation and can be sprayed to rise the air humidity within the container. Also, the sponge can be easily unplugged to let some flies fly/ walk out.

In the case of feeding many young mantises, prepare some food-mix or squeezed fruit and put them on the bottom of a cut bottle. Cover the bottle with a mesh which will prevent the mantises from escaping, but will let the flies get into the bottle. In a short time of few days, many fruit flies will appear, becoming a resurgent food base. It is important to spray the bottle once a day; the food-mix, feed-fruit must not dry.

### **Common problems.**

**A.** Pay attention and close tightly the container with flies. They are able to find the smallest opening and fly away. It gets worse when many of them escape and fly everywhere.

**B.** Too much water added to the food-mix. If there is a risk of flies getting drown, put a paper towel to the mix and let it soak some water up.

**C.** There are fungi in the container with flies. It is probably due to too long period of using the same food-mix. Transfer the flies population to another container and clean the one with overused food-mix.

### **Observations.**

**A.** Holometabolic insect life cycle.

**B.** Learning breeding the feeder insects.

**C.** Observation of the fruit-fly external morphology under the microscope.

**D.** Observation of the fruit-fly maggot external morphology under the microscope.

E. Modifications of the mouthparts.

F. Modification of the second pair of wings into the halteres (typical dipteran feature).

G. Mating behaviour of the fruit fly (male's mating dance).

**PHASMIDS.** Order *Phasmatodea*, includes stick insects and leaf insects.

**Which one?** There are over 350 species breed as pets all over the world (they are listed within Phasmid Study Group Culture List). Among them we can find species very easy to breed, as well as very difficult. The best phasmids for class-pets are:

- *Carausius morosus*,
- *Medauroidea extradentata*,
- *Ramulus nematodes*,
- *Eurycantha calcarata*,
- *Peruphasma schultei*.

**Terrarium.** The terrarium for phasmids should be most of all high enough to ensure successful moulting. The phasmids moult hanging down, so they need to grip the netting, twigs of food plants, or elements of decoration. To provide good ventilation, the terrarium should have a netting on at least one side (for example in the front) and on the top. Of course the phasmids can be breed in faunaboxes from zoological shops. Other option is an open aquarium, however it must be covered with a mesh (small, dense netting) or gauze, tied with a rubber band, or with a wood frame with an insect mesh.

For the species given above, the terrarium of ongoing size will be enough for a few insects: 50 cm x 30 cm x 30 cm (length x width x height) (the bigger terrarium, the more insects can live in).

**Conditions.** Most of phasmids live in warm and wet forests. They are nocturnal animals which hide during

the day among twigs, branches and leaves. Thus, they need some twigs, bark or roots – but not too much. They may hinder the moulting process when there will be too many of them. For *Peruphasma schultei*, the terrarium may include an egg carton instead of roots etc. The egg carton will keep the moisture and provide a hideout. This species needs less air humidity (40%) than other given above species (75-85%). To ensure it we must spray the terrarium with water once a day (for *P. schultei* approximately once for three days). Of course it depends on the temperature and humidity in room/class. On the bottom of the terrarium, it is good to put a substrate or soil (for example sand + peat). It will keep moisture; the water will be evaporating from it, rising the air humidity inside the terrarium. The substrate can be replaced with paper towel sheets. Nevertheless, among given species, *E. calcarata* does not flick its eggs all over the terrarium. It burries them in the soil, so if the terrarium does not have a substrate on the bottom, the female will keep trying to find it. Then it is better to put a small box with substrate into the insectarium and keep it moist – never let the substrate to be overflowed. *C. morosus* and *R. nematodes* are parthenogenetic, it means that there are only females which produce eggs, from which only females emerge. In the case of *M. extradentata* and *E. calcarata*, a female can mate with a male and produce eggs, from which males and females emerge. In addition, the females are parthenogenetic. It may be important, while the males are not popular in trade. Finally, *P. schultei* needs either females and males to produce eggs.

The eggs can be incubated in the terrarium, as well as in the box with the ventilation and netting or small openings. The eggs need to be sprayed to keep humidity. Do not spray too much – this may lead to an attack of fungi or nematodes on the eggs.

The first four species eat leaves of raspberry, rose, bramble (evergreen!), you can feed *E. calcarata* and *R. nematodes* with oak leaves either. *P. schultei* eats leaves of privet (some plants are evergreen or almost evergreen, the leaves can be collected during the autumn and winter and put into the fridge) and lilac in captivity.

#### Common problems.

**A.** Too low terrarium (leads to problems with moulting and then to deformations of phasmids body or even death).

**B.** *P. schultei* can spray a defensive liquid. Even though it is not so intensive as of some other species, it can be unpleasant to smear it into the eyes. It is better not to appose these insects to face and eyes.

**C.** Unexpected problems with moulting, or sometimes occurring cannibalism may lead to leg-loss of phasmid. If the phasmid still grows, it will regain the lost leg during the next moulting. Note, that it will be shorter.

**D.** Delicate L1 nymphs. After leaving the egg, the phasmids are really fragile and can be easily hurt. Manipulate with them really gently. The same goes to older insects which have just moulted. Their bodies are soft and need some time to harden.

#### Observations.

**A.** A life cycle of hemimetabolic insects (from egg to imago).

**B.** Moulting.

**C.** Learning the food plants as representatives of local flora.

**D.** Parthenogenesis.

**E.** External morphology of the insects.

**F.** Camouflage strategies (resembling the sticks, leaves parts, etc.).

**G.** Defensive strategies (catalepsy – *C. morosus*, *M. extradentata*, *R. nematodes*, striking an opponent with legs with spikes – *E. calcarata*, spraying a defensive liquid – *P. schultei*).

**MANTIDS.** Order *Mantodea*, family *Mantidae* (representatives are called „mantids”).

**Which one?** Representatives of genera *Sphodromantis* or *Hierodula*.

**Terrarium.** It does not need to be very wide but high enough to let the mantid moult safely. *Sphodromantis* and *Hierodula* insects attack other individuals, they should be kept separately – one individual per insectarium. Small insects should be kept in small containers (for example the urine containers are used), closed with insect mesh or a cover with small holes. Small space is advantageous for a mantis looking for its prey – the chance of successful hunt is higher. The container should include a stick to help the mantis climb upwards. When the mantid grows, the container should be replaced with a bigger one. Cut plastic and straight bottles are good for adult *Hierodula* and *Sphodromantis* specimens.

**Conditions.** These mantids grow good enough in the conditions of room-temperature. They like to drink and need to be sprayed. However, some breeders spray the terrarium with water every day, others do it rarer – even once a week. Rarer spraying is better because it prevents the fungi and bacterias from inhabiting the terrarium. Young males and females eat similar amount of preys, they catch smaller invertebrates (e.g. crickets, locusts, roaches, flies). Older females, especially imagines, eat considerably more than males. It is mainly due to production of eggs. A female ready to lay eggs packs them into a ootheca (one female can produce a few oothecas during its life). Newly hatched nymphs eat fruit flies, springtails and a couple of days-old crickets. However the fruit flies are the best for them because: i) they are not aggressive, ii) cannot harm the mantises and iii) are very mobile, and while the mantises depend strongly on their eyes, they are motion-attracted.

On the bottom of the terrarium/ container, a paper towel or substrate can be put, as well as nothing (although it is not appropriate if mantids are sprayed every day).

There are situations when mantises do not want to hunt: i) they are full, ii) they are going to moult or have moulted recently, iii) they are ill (usually it leads to death), iv) the prey is too big, v) the female is going to lay eggs.

Although it is said that female always eats a male, it is far away from the truth. Whether the male will be eaten, or not – it depends on various conditions. The big success is if the male will copulate with a female and will not be eaten. To ensure that: i) feed the female, ii) leave the female on the end of a stick, iii) let the mantises mate in a big terrarium or an open-area, iv) put the male behind the female in a short distance between them, v) the female should not notice the male and has to eat. If the female is ready to mate, male will notice the female and jump on her. The copulation can last even half of a day.

#### Common problems.

**A.** Too low terrarium (leads to problems with moulting and then to deformations of mantids body or even death).

**B.** A mantis has injuries. Possibly there were some crickets left in the terrarium which were hungry and attacked the mantis during the night. If there is a possibility that some feed-insects would hide, there should be food left for them. If so, the crickets will eat carrot or apple shreds, instead of mantids legs, etc. Second option is too big prey – the mantid may win and eat it, but the battle with prey would cost a leg.

**C.** When mantids are fed with free-living insects, they may be a source of illness and infect mantids, sometimes severely. It is not very often issue, but it happens.

**D.** Mantis does not want to hunt but it should – the mantis has small, „empty” abdomen, moulted some time ago, etc. The mantises can be fed manually, nevertheless it needs patience. Cut big cricket into the smaller parts, resembling a cricket of the proper size. Take a cutting with tweezers and slowly touch the mantids mouthparts with it. It is very important to stimulate an chewing-reaction; if mouthparts make a contact with remainings of internal organs and haemolymph, the mantis starts to chew and after a while catch „the prey”. It is a very useful method for feeding the blind mantids (sometimes mantids get black eyes, it is usually a permanent illness leading to situation when mantid cannot see and hunt).

**E.** Mantids do not want to mate. The male or female are immature, even though they are imagines. After the last moulting, the insects need some time for their sexual organs to mature. It is safe to let the mantids to copulate three weeks after the final moulting. In addition, the male learns to mate. I had a *Sphodromantis* male which needed almost half an hour to understand „what to do” with the female in the front. However, the male jumped on the female during his next copulation after 15 minutes. During third time it took less than a minute, while the male jumped instantly on the female during his last, fourth mating.

#### Observations.

**A.** Modifications of fore-legs.

**B.** Moultings.

**C.** External morphology of the insects.

**D.** Hunting strategy.

**E.** Mating behaviour and reproduction.

**F.** Observations of hemimetabolic insect life-cycle.

**BUTTERFLIES.** Order *Lepidoptera*.

**Which one?** Recommended are: native representatives of the *Nymphalidae* (brush-footed butterflies) and offered in trade *Saturniidae* (saturniids) family.

**Terrarium.** It should be very big, especially for the saturniids. Best thing is building a cage resembling an aviary. Build a wooden construction, make the door for manipulations. Cover the wooden construction with insect mesh. If the butterflies of native brush-footed butterflies will be used only for show and then released in a short time, establish a 1 m x 1m x 1m cage. For saturniids it should be considerably bigger, while they are bigger than native brush-footed butterflies.

**Conditions.** Exotic saturniids can be kept outdoor during the summer. They develop and breed well in 25°C. Spray a terrarium with caterpillars once or twice a week. When they pupate in silken cocoon, spray them more often to keep them moist (but not wet!). The larvae build cocoons on the twigs, leaves and even sides of the terrarium. You can cut them off gently and hang in the cage, where the butterflies will live. Pierce the silken cocoon in one point with a thin wire or thread and attach the cocoon to the mesh in terrarium, etc. The food plants for caterpillars depend on the species, so read about it before you catch or buy larvae. Adult brush-footed butterflies will drink nectar and honey. You can cut some flowers and put them into a vase or a small container with water (read which plants are visited by the species you keep). In the case of saturniids it will be much easier, while they do not eat. They store their food-reserves in the larval stadium. The reserves must be enough for a really short time of live as adults (about 2 weeks). During this time they look for another sex, mate and lay eggs. Females lay eggs especially on the food plants.

**Common problems.**

**A.** Eggs are laid on mesh. It is especially common when there are no twigs, branches or food-plants of the kept species. Eggs are fragile but they can be transferred to the incubation box or terrarium if they are handled gently.

**B.** Butterflies damaged their wings. Saturniids are especially exposed to such damages when they are kept in too small enclosures. They rub their wings against the mesh what leads to damages.

**C.** Older caterpillars have hairs on their bodies which may sting a skin.

**D.** Adult saturniids can squirt a defensive liquid from their abdomens. Do not irritate them too often. The liquid can dirty clothes.

**Observations.**

**A.** Observations of holometabolic insect life-cycle.

**B.** External morphology of the insects.

**C.** Modification of antennae (feather-like).

**D.** Building the silken cocoon by the saturniid caterpillar.

**E.** Modifications of the mouth-parts in brush-footed butterflies, or their reduction in saturniids.

**F.** Aposematism of some species (colours of caterpillars and wings of adult butterflies).

**BEETLES.** Order *Coleoptera*, superfamily *Scarabaeoidea*, family *Scarabaeidae*.

**Which one?** The flower chafers (*Cetoniinae*).

**Terrarium.** It can be a plastic, transparent box with a lid, professional terrarium, faunabox or an aquarium with a mesh as a cover. The flower chafers are not big beetles, but usually colourful. The terrarium/ box of ongoing size will be good enough: 50 cm x 30 cm x 30 cm (length x width x height). In a terrarium of that size, many flower chafers can be kept, furthermore there is

some space for substrate for the larvae. However, I recommend higher terrarium; it is really nice to look at, when many beetles are not buried, but walk and fly in the terrarium. Some decorative elements can be added – for example a birch twig and moss, those will increase the contrast of colours between them and beetles. There may be a small plastic food-bowl or anything else, made of plastic, what can be used to put fruit in/ on; it will help in cleaning the remainings. On the other hand, the fruit-remainings can be buried into the substrate to support a food-base for larvae.

**Conditions.** Temperature 25°C is good for development and activeness of the beetles. It is also recommended to spray the terrarium once a day, especially if the temperature is high. The imagines eat flower-pollen, sweet fruit, and a jelly, produced for beetle-pets. The larvae live underground, in the substrate. They are called grubs. To prepare substrate, the leaves of oaks and beeches are needed. Before buying larvae or during mating time of the adults, collect fallen leaves and keep in moist bag or box. They will start to decay soon. Mix these decaying leaves with soil. During the growth of grubs check if there is the substrate still. Add more if there is only soil. Mature larvae pupate and enclose themselves within a cell made of their saliva and soil granules. This cell protects them against parasites, predators, and finally, after successful imaginal moulting, it is a place where adult beetle can wait for its body to harden. Thus, by manipulating in the substrate, you should be careful and not damage the cells.

**Common problems.**

**A.** Damaged pupa-cell. Take it out from the substrate, lay on the surface, or on a plastic mat, try to cover the opening of cell-wall with remaining parts and spray it to keep it moist.



**B.** Uncontrolled population of fruit-flies flying everywhere. It is natural that fruit-flies are attracted by the fruit being the food of the beetles. These flies can be used as feeder animals for young spiders, mantises, geckos or amphibians, or use sticky traps to catch them.

**Observations.**

- A. Observations of holometabolic insect life-cycle.
- B. External morphology of the insects.
- C. Modification of antennae (club-like, with lamellae).
- D. Modification of the fore-wings (elytra).

**ASSASSIN BUGS.** Order *Hemiptera*, suborder *Heteroptera*, family *Reduviidae*.

**Which one?** *Platymeris bigutattus*, *P. rhadamanthus*, *P. sp.* Mombo.

**Terrarium.** A ready-to-buy terrarium, aquarium or plastic box with lid or wood frame with gauze/ mesh/ fabric. Terrarium of 50 cm x 30 cm x 30 cm (length x width x height) size is enough for a small population. On the bottom put soil, substrate, or mix of peat and sand. As hideouts use roots, bark, fallen leaves and/or egg cartons. The enclosure MUST BE covered with a lid or wood frame with mesh or fabric, where the latter is better.

**Conditions.** These bugs come from warm regions of Africa. They will develop well in 25-28°C, with air humidity of 60%. The substrate should be moist, spray the terrarium with water once a day or every two days. The assassin bugs are predators, they catch and kill with venom their preys. Then they suck their digested viscera out. They eat roaches and crickets in captivity.

**Common problems.**

**A. Their bite is very painful.** These assassin bugs are not very aggressive, when not irritated. Nevertheless they can pierce the skin and inject the venom. Moreover, they **can spit the venom into the eyes**. It can lead to

severe irritation or temporary blindness. In situations of the venom getting into the eye, wash it with water and go to doctor. **While manipulating in the terrarium and with these insects, wear goggles or glasses, and use tweezers.**

**B.** They rarely do it, but they climb the smooth surfaces. Be sure that the terrarium is covered well enough. Remember that crickets may bite through the fabric/ mesh and escape, letting further escapes of the assassin bugs.

**C.** *Platymeris* bugs are not breeding, even though there are imagines. Maybe there is lack of one sex adult. To lay fertilized eggs, the female need to copulate.

**Observations.**

- A. Hemimetabolic insect life cycle.
- B. Observation of the external morphology.
- C. Modifications of the mouthparts.
- D. Predation-behaviour observation.
- E. Morphology of the wings (first pair – protective, second pair – membranous).
- F. Aposematism. *Platymeris bigutattus*, *P. rhadamanthus* and *P. sp.* Mombo are black and yellow/red. These are warning signals, „watch out, I am dangerous!”.

**CRICKETS.** Order *Orthoptera*, family *Gryllidae*.

**Which one?** *Acheta domestica*, *Gryllus assimilis*, *G. bimaculatus*.

**Terrarium.** As crickets are usually kept as feeder insects, it is recommended to set a big aquarium on warming cables (better not put them into the terrarium – the crickets may bite them). The cables should lay on the aluminum foil to protect the surface of a table or desk. Due to the jumping ability of crickets the aquarium should be covered. It is good to use a wood frame with a fabric or aluminum insect mesh. To prevent the crickets from jumping out the terrarium, use high aquarium.

The crickets can be breed in smaller containers and faunaboxes, if they are kept in small number of individuals.

**Conditions.** These insects need higher temperatures than room-temperature to breed well. Install warming cables under the aquarium or appose a lamp with a warming or normal bulb (not energy-efficient, it does not give any warmth) to one side of the terrarium. On the bottom put paper towels or nothing. The crickets do not need to be sprayed if they regularly eat food-plants, fruit and vegetables. If they mostly eat the fodder, spray the terrarium from time to time. It is usual to breed crickets on the egg cartons. The cartons keep moist (if there is a need for water), give a hideout and make the walking- and breeding-space bigger. Do not feed the crickets with only one type of food, especially if they are used as feeder insects. Remember, what the cricket eats, the pet eats as well. Feed the crickets with lettuce, Chinese cabbage, carrot and apple shreds, nettle, dandelion leaves, bran and other products. Adult males „play their songs” of various types (mainly: fighting, mating, courting song). Attracted female mates with the male, and secondly produce many eggs, which are laid into the soil. Thus, put a small container with soil into the terrarium.

**Common problems.**

**A.** The males sing loud. If there are other males in the terrarium, they will compete for females, and thus they will sing. You can select the crickets and leave a few males or even one adult, then they will be more quiet.

**B.** There are only few nymphs, while imagines still copulate, and females lay eggs. Separate the stadiums, put mating crickets into one enclosure and soil with eggs and the youngest nymphs into second enclosure.

**C.** Crickets are escaping. Cover the aquarium more tightly, or look for openings in the fabric or mesh (crickets have strong mandibles and can easily bite through fabric and mesh, especially when they are constantly hungry).

**D.** Juveniles climb upward, even though they should not. It is possible that they will climb the silicone in the corners of an aquarium, or the surfaces are dirty. Try to not spray the smooth surfaces with unboiled water – remaining limescale will help the crickets to climb. Some types of plastic enables the climbing either, even though they seem to be smooth.

#### Observations.

**A.** Observations of hemimetabolic insect life-cycle.

**B.** External morphology of the insects.

**C.** Modification of the third pair of legs (adapted to jumping).

**D.** Mating behaviour- fights between males, singing and song types.

**E.** The way of making sounds by males (rubbing moves of the first wings pair).

**F.** Learning breeding the feeder insects.

**LOCUSTS.** Order *Orthoptera*, suborder *Caelifera*, family *Acrididae*.

**Which one?** *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria*.

**Terrarium.** Size: 70 cm x 40 cm x 40 cm (length x width x height) is good for a medium population. An aquarium or plastic transparent box with a lid or wood frame with mesh or fabric can be used as a terrarium. Put egg cartons inside the enclosure.

**Conditions.** Lay the enclosure on warming cables or keep high temperature (28-30°C) using a lamp with normal bulb (40 or 60-Watt bulb, power depends on the size of enclosure) or warming bulb. Install the lamp inside the enclosure or outside (the bulb directs chosen side of aquarium; be careful with plastic boxes, they may melt). Do not spray the terrarium/ breeding box. These locusts do not like moisture. The locusts eat various grasses and support their diet with slices of apples or pears (once a time).

#### Common problems.

**A.** Juveniles climb smooth surfaces and escape. As always in such situations, cover tightly the aquarium or box. Other thing is that they do not escape so often if they have enough food.

**B.** Feeding. To develop well, the locusts need high temperature which stimulate their metabolism. Thus, they eat a lot. To avoid some problems with feeding regulate the population, do not breed too many locusts if you cannot provide them enough food. They will become cannibal and eat themselves.

#### Observations.

**A.** Observations of hemimetabolic insect life-cycle.

**B.** External morphology of the insects.

**C.** Modification of the third pair of legs (adapted to jumping).

**D.** The way of making sounds by males (third-pair legs rubbing the first wings pair).

**F.** Learning breeding the feeder insects.

**G.** What do they eat? Convince yourself whether they will eat every plant they get.

**CAVE CRICKETS (CAMEL CRICKETS).** Order *Orthoptera*, family *Rhaphidophoridae*.

**Which one?** *Phaeophilacris bredoides* – the most popular cave cricket.

**Terrarium.** I recommend a plastic box (opaque) with a transparent lid (with openings) or an aquarium, box, etc. covered with a fabric. The fabric is good for ventilation and prevent young cave crickets from escaping, furthermore it partially limits the number of burdensome flies getting into the enclosure. A 30 cm X 20 cm X 20 cm (length x width x height) box will be enough for a small population.

**Conditions.** The cave crickets prefer overshadowed places, dark hideouts, etc. They like moisture and eat everything, what can become edible. They eat small in-

vertebrates (dead and alive), plant-parts, fruit and fungi. The terrarium should be sprayed with water every day or at least once every two days. The egg carton will keep the moisture and provide a hideout, so put it into the terrarium. The egg cartoon has to be changed when it starts to decay. On the bottom of the terrarium put some paper towels, they are easy to change and keep moisture. Adult female have long tubule-like ovipositor to lay eggs into the soil or crevices, so put a small container with soil into the terrarium. The soil should be moist.

#### Common problems.

**A.** Cave crickets escaped. These insects are well adapted to find holes and openings, so make it sure that the terrarium is closed tightly, and that there are no openings in the fabric covering the box or aquarium. Moreover they are really fast.

**B.** Female laid eggs but there are no nymphs. It takes a few weeks to incubate the cave crickets. The container with soil and eggs can be removed from the terrarium and placed in a warmer place (25-28°C) for the time of incubation. Remember that nymphs are really expansive and small, so the container should be closed tightly.

#### Observations.

**A.** Observations of hemimetabolic insect life-cycle.

**B.** External morphology of the insects.

**C.** Modification of antennae (very long, adapted to sense food and other individuals in dark places).

**D.** Modification of the third pair of legs (adapted to jumping).

**ROACHES.** Order *Blattodea*.

**Which one?** Recommended species is *Blatta lateralis*. In this species only adult males can fly (and rarely do it), moreover this roach does not climb smooth surfaces (i.e. glass, plastic). Other species easy to keep and non-climbing are: *Blaberis spp.* (df. *craniifer*) and *Blaptica*

*dubia*. These are bigger species and may be more allergenic than *B. lateralis*.

**Terrarium.** Ready-to-buy terrarium, aquarium or plastic box with a lid or a wood frame with fabric/ gauze/ mesh. On the bottom put soil, substrate or paper towels. As hideouts use roots, dry leaves or egg cartons. To keep a big population establish a big enclosure. It may be a plastic box of size: 50 cm x 30 cm x 40 cm (length x width x height). The box should be adjusted to the kept species. *B. lateralis* is smaller than *B. dubia* and *Blaberus spp.*, but reproduce more rapidly.

**Conditions.** Spray the substrate and decorations once a day or every two days. They can be kept in room temperature, however they do not breed well at this temperature. It is recommended to warm them up, using a lamp with a normal bulb (40-Watt bulb) or heat lamp bulb, or installing a warming cable. Roaches eat almost everything. They will grow well, if they are given vegetables (carrot), fruit, bran, hard-boiled egg, fish flakes, etc. They eat with pleasure just killed insects (other roaches or breed crickets). Remember – what do the roaches eat, the roach-eating pets. This is a very important rule if the roaches are feeder insects.

#### Common problems.

**A.** The roaches escaped. Sometimes it is overlooked that decorations or egg cartons touch the mesh, etc., covering the enclosure. Roaches climb the mesh or fabric, bite through it, or find openings.

**B.** Juveniles climb upward, even though they should not. It is possible that they will climb the silicone in the corners of an aquarium, or the surfaces are dirty. Try to not spray the smooth surfaces with unboiled water – remaining limescale will help the roaches to climb. Some types of plastic enable the climbing either, even though they seem to be smooth.

#### Observations.

**A.** Observations of hemimetabolic insect life-cycle.

**B.** External morphology of the insects.

**C.** Strategy of reproduction – females of the proposed species are ovoviparous, they lay eggs in the ootheca, and hold it inside the abdomen for the incubation time.

**D.** Sexual dimorphism. *B. dubia* and *B. lateralis* females have strongly reduced wings, while males are winged.

**E.** Morphology of the wings (first pair – protective, second pair – membranous, used for flying).

**F.** Learning breeding the feeder insects.

### Part III. Other insects

There is a high variety of insects in trade and native insects which can be found, catch and kept (catch the insects unprotected by law!). Among them we can find ants (order *Hymenoptera*, family *Formicidae*), the colony can be established by the *Lasius niger* queen which can be caught during early summer, but I recommend buying a small colony. It is cheap and avoids problems with establishing a new one from the start. Moreover many bigger phasmids than proposed earlier and more difficult to breed mantises are easy to get. The same goes to beetles, spectacular are stag beetles (*Lucanidae*) (breed only exotic species, do not catch Polish species; they are rarer in offers) and rhinoceros beetles (*Dynastinae*), you can catch the European rhinoceros beetle (*Oryctes nasicornis*). Rhinoceros beetles imagoes eat the same what do eat the flower chafers, but they larvae need more biomass in their substrate (mix decaying leaves with soil and put oak, and beech wood in different stages of decay). Furthermore there is a high diversity of roaches to get. Many of them are beautiful-coloured but have abilities of climbing smooth surfaces and flying. However among them we find non-invasive species, unable to overwinter in Poland.

### Part IV. General benefits from keeping insects at school

**A.** Collection of exuviae.

**B.** Life cycle observations.

**C.** Rising breeding abilities.

**D.** Increasing biological awareness and understanding for nature.

**E.** Decreasing insect-connected phobias and fears.

**F.** Kept insects can be used for dissections during the biology classes.

**G.** Dead insects can be mounted by students and teachers, then put into a school collection and exhibited in the school, or used for education purposes.

**H.** Learning preserving dead insects.

**I.** Learning the biodiversity of insects, their adaptations and role in nature.

### Recommended literature

- Błaszak, Cz. (red.). 2012. Zoologia t. 2., cz. 2. Stawonogi. Tchawko-dyszne. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Chauvin, R. 1966. Życie i obyczaje owadów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
- Durrell, G., Durrell, L. 1985. The amateur naturalist. A practical guide to the natural world. Penguin Books. Great Britain.
- Falniowski, A. 1973. *Gromphadorrina braueri* Shelf. – endemit madagaskarski. Przegląd Zoologiczny 17 (2), 237-242.
- Grosse, E. 1969. Z biologią za pan brat. Państwowe Wydanie „Iskry”. Warszawa.
- IUCN. 2013. Threatened species in past and present IUCN Red Lists. Table 1 – Numbers of threatened species by major groups of organisms (1996–2013). Available online, last access 26.04.2014. [http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/summarystats/2013\\_2\\_RL\\_Stats\\_Table1.pdf](http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/summarystats/2013_2_RL_Stats_Table1.pdf)
- Jura, Cz. 2007. Bezkręgowce. Podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Moraczewski, J., Riedel, W., Sołtyńska, M., Umiński, T. 1982. Ćwiczenia z zoologii bezkręgowców. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
- Rykowski, N. 1956. Metodyka nauczania zoologii. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych. Warszawa.

- Stawiński, W. (red.). 2000. *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, Poznań.
- Vetulani, I. 1957. Taniec much. *Przegląd Zoologiczny* 1 (3), 277.
- Wnuk, A. 1975. Uwagi o hodowli mszycożernych bzygowatych (*Syrphidae*, *Diptera*). *Przegląd Zoologiczny* 19 (2), 266-268.

## Wprowadzenie

Owady stają się w Polsce coraz popularniejszymi zwierzętami domowymi. Wśród nich przodują mrówki, motyle, modliszki, owady prostoskrzydłe, straszky i karaczany. Przedstawiciele niektórych innych grup, jak np. pszczoły, są niezwykle istotnymi dla nas zwierzętami udomowionymi o znaczeniu gospodarczym. Inne – jak muchy – stosowane są jako modele w badaniach naukowych i kryminalistycznych. Powody przemawiające za trzymaniem czy hodowaniem tych zwierząt są różne. Jedni trzymają je dla samej radości, inni widzą w nich obiekt edukacyjny czy badawczy, inni wreszcie traktują je jako owady karmowe (np. dla modliszek, płazów, gadów...).

Polacy, głównie dorośli i płeć żeńska, boją się owadów. Gdy spytać ich, co stanowi źródło lęku, często nie potrafią go wskazać. Niekiedy przyczyną jest możliwość bycia ukąszonym czy użądłonym. Ludzie często nie są świadomi, że ich własny pies i kot mogą ugryźć znacznie mocniej, prowadząc niekiedy do o wiele poważniejszych obrażeń. Kolejny powód do strachu to umiejętność latania. Nie bardzo istotnym jest fakt, że ptaki również latają; ptaki są piękne lub „urocze”, podczas gdy owady nie. Jedyną grupę przekraczającą „brzydotę owadów” – stanowią motyle. Potrafią wszak latać, lecz ich lot jest wdzięczny a skrzydła prezentują rozmaite wzory w różnych kolorach. Jednakże i w tej grupie znajdujemy „zwycięzców” i „przegranych”. Pierwszymi są motyle dzienne, zaś drugimi ćmy, mimo że wiele z nich jest naprawdę kolorowa (ustęp o postawach Polaków na podstawie obserwacji własnych)!

By wzbudzić choć trochę sympatii do owadów, zwierząt niezwykle ważnych dla biosfery, podajemy tu przykłady owadów mogących być hodowanymi w szkole, a nawet w przedszkolach. Wyjaśniamy powody do trzymanienia / hodowli owadów, jak również wskazówki jak

to robić. Jednakże najbardziej zależy nam na wyeksponowaniu istotności zrozumienia roli owadów w świecie, zamieszkanym przez nich i nas.

## Czego nam potrzeba?

- Insektarium. Terrarium bądź inny pojemnik przystosowany do przetrzymywania i hodowli wybranych owadów. Insektaria różnią się pod względem konstrukcji na skutek specyficznych potrzeb hodowanych owadów.
- Miejsce. Może nim być półka, stół czy biurko nauczyciela. Nie zaleca się ustawiania insektariów przy oknie, gdyż promienie słoneczne mogą podnieść znacznie temperaturę i doprowadzić do śmierci owadów.
- Chęć. Zarówno nauczyciel, jak i dzieci, uczniowie czy studenci MUSZĄ WYKAZYWAĆ CHĘĆ opieki nad nowym zwierzęciem. Oczywiście, z początku kluczową rolę odgrywa nauczyciel, który powinien przenieść swoją pasję na uczniów. Ponadto nauczyciel jest głównym odpowiedzialnym za zdrowie i życie zwierząt klasowych.
- Pozwolenie rodziców. Stanowi to bardzo istotną kwestię. Jak wyjaśnić rodzicom potrzebę trzymanienia w klasie zwierzęcia, do tego owada? Wielu z nich okaże się sceptycznych w skutek powszechnego lęku przed owadami. Nauczyciel powinien delikatnie wyjaśnić rolę wybranego zwierzęcia w procesie edukacji. Drugą opcją jest założenie insektarium w klasie biologicznej lub laboratorium (a nawet na korytarzu i wyeksponowanie go na widok ogólnodostępny dla dzieci, uczniów i studentów, czy gości przedszkola / szkoły). Ta opcja wymaga jednakże zgody dyrektora.
- Pozwolenie dyrektora. Nauczyciel powinien jasno wyjaśnić dyrekcji placówki potrzebę trzymanienia



klasowego zwierzęcia-owada. Wówczas dyrektor może pomóc w przekonaniu sceptycznych rodziców. Mocnym argumentem za może być wyjaśnienie, że tego typu akcje są nadal rzadką metodą wspomagającą proces nauczania, mimo opisów zalet hodowli owadów w szkołach z książek z XIX czy XX wieku.

## Część I. Rola owadów w biosferze

Wśród znanych gatunków zwierząt, owady stanowią ponad 70% (statystyki głównych grup organizmów IUCN). Zwierzęta te zamieszkują i podbiły glebę, wodę i powietrze. Żyją w większości znanych typach ekosystemów.

Najogólniej rzecz ujmując, owady:

- są odpowiedzialne za zapylenie ogromnej części roślin,
- są częściowo odpowiedzialne za dekompozycję, przyspieszając rozkład martwej materii organicznej,
- przenoszą inne organizmy (często zakaźne wobec ludzi, innych zwierząt czy roślin) wewnątrz siebie (między innymi wirusy, bakterie, pierwotniaki, grzyby) lub na powierzchni ciała (między innymi grzyby, roztocze, zaleszczotki),
- stanowią bazę pokarmową dla niezliczonej ilości organizmów,
- stanowią istotne elementy lokalnych i globalnych systemów – sieci pokarmowych. Ich role nie ograniczają się wyłącznie do „jedzenia lub bycia zjedzonym”, ale:
  - owady często ograniczają populacje niektórych gatunków roślin lub wspomagają ich wzrost i rozwój,
  - podobnie niektórych bezkręgowców uważanych za szkodniki (np. biedronki zjadające mszyce,

parazytoidy zabijające różne stadia motyli, muchówek, chrząszczy itd.),

- jednocześnie są nazywane szkodnikami, gdy pojawiają się masowo na plantacjach i w magazynach,,
- transportują nasiona i zarodniki (np. mrówki),
- dostarczają cennych produktów (np. miód, jedwab, barwniki).

Każda z powyższych ról może być postrzegana w pozytywnym lub negatywnym świetle, zależnie od punktu widzenia. Jednakże my – ludzie – stanowimy jedynie drobną część przyrody, o dużym wpływie na nią. Jednocześnie owady stanowią od dawien dawna ogromną jej część, aczkolwiek o niemierzalnym wpływie na świat przyrody.

	Muchy	Straszyki	Modliszki	Motyle	Kruszce	Zajadkowate	Świerzcze	Szarańczaki	Śpieszki	Karaczany
Za niskie terrarium – problem z linieniem.		+	+							
Kanibalizm (przegęszczenie, słabe karmienie).		+				+	+	+		
Kanibalizm (drapieżnictwo).			+			+				
Zagrzybione podłoże, pleśń.	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Słaby materiał hodowlany (inbreed).		+	+	+						
Wspinanie się po szybie, ucieczka, zasiedlenie mieszkania.	+						+		+	+
Potencjalnie szkodliwe dla zdrowia.		*				^				#

Tabela 1. Podział z uwagi na powszechne problemy:

\* wśród straszyków znajdujemy gatunki z rodziny *Pseudophasmatidae* tryskające drażniącą cieczą, która po wtarcu w oczy może prowadzić nawet do tymczasowej ślepoty.

^ hodowane pluskwiaki z rodzaju *Platyeris* (i nie tylko te) mogą bardzo boleśnie ukłuć oraz tryskać jadem. Nie są one szczególnie agresywne, niemniej wprowadzenie jadu do oczu wywołuje ostre pieczenie, co w przypadku osób uczulonych może mieć poważne skutki (również po ukłuciu).

# niektóre karaczany mogą zostawiać w terrarium alergizujące odchody powodujące duszności czy reakcje skórne. Stąd ważne są zabiegi higieniczne w terrarium.

## Część II. Przewodnik – jak hodować owady w szkole [wersja skrócona]?

W niniejszej polskojęzycznej wersji artykułu Część II ma formę skrótowego skryptu. Pełen przewodnik znajduje się w wersji anglojęzycznej i jest podzielony na dziesięć części obejmujących poszczególne grupy owadów z przykładami proponowanych gatunków do hodowli. Ponadto każda wymieniona grupa opisana jest w kilku akapitach (Proponowane owady; Terrarium; Warunki; Częste problemy; Obserwacje). Wśród wymienionych grup owadów znajdziemy:

- Muchy. Rząd muchówki (*Diptera*).
- Straszyki. Rząd straszyki (*Phasmatodea*).
- Modliszki. Rząd modliszki (*Mantodea*), rodzina *Mantidae*.

- Motyle. Rząd motyle (*Lepidoptera*).
- Kruszczyce. Rząd chrząszcze (*Coleoptera*), nadrodzina *Scarabaeoidea*, rodzina poświętnikowate (*Scarabaeidae*).
- Zajądkowate. Rząd pluskwiaki (*Hemiptera*), rodzina zajądkowate (*Reduviidae*).
- Świerszcze. Rząd prostoskrzydłe (*Orthoptera*), rodzina świerszczowate (*Gryllidae*).
- Szarańczaki. Rząd prostoskrzydłe (*Orthoptera*), podrząd krótkoczułkowe (*Caelifera*), rodzina szarańczowate (*Acrididae*).
- Śpieszki. Rząd prostoskrzydłe (*Orthoptera*), rodzina śpieszkowate (*Rhaphidophoridae*).
- Karaczany. Rząd karaczany (*Blattodea*).

Ze względu na pobierany pokarm można je podzielić następująco:

Owocozerne	Zgryzające	Drapieżne	Pokarm mieszany	Pożywki / substrat
Kruszczyce <sup>^</sup>	Szarańczaki	Zajądkowate	Karaczany	Muchy
	Straszyki	Modliszki	Świerszcze	Kruszczyce <sup>^</sup>
	Motyle*		Śpieszki	Motyle*

<sup>^</sup> Kruszczyce: pędraki rozwijają się w murszu powstałym ze zmięszania liści dębowych i bukowych na różnym etapie rozkładu z ziemią, z kolei imagines żywią się przede wszystkim słodkimi owocami i pyłkiem kwiatów.

\* Motyle: gąsienice zgryzają liście wybranych gatunków roślin, z kolei imagines piją nektar kwiatów, roztwory miodu, specjalne pożywki lub nie pobierają pokarmu wcale (pawice *Saturniidae*).

Ponadto wiele innych obserwacji: długie czułki śpieszków jaskiniowych jako adaptacja do mieszkania w jaskiniach, szczelinach skalnych itd.; specjalne modyfikacje skrzydeł (przezmianki muchówek, pokrywy – elytry – chrząszczy, specyficzne użytkowanie pierwszej

	Muchy	Straszyki	Modliszki	Motyle	Kruszczyce	Zajądkowate	Świerszcze	Szarańczaki	Śpieszki	Karaczany
Cykl hemimetaboliczny		+	+			+	+	+	+	+
Cykl holometaboliczny	+			+	+					
Hodowla owadów karmowych	+						+	+		+
Mikroskopowanie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Modyfikacje aparatu gębowego	+			+		+				
Budowa skrzydeł	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Budowa zmodyfikowanych odnóży			+				+	+	+	

Tabela 2. Podział z uwagi na obserwacje:

pary u liściców przypominające nerwicę blaszki liścia); partenogeneza u niektórych straszyków; aposematyzm motyli i zajądkowatych; zachowania rozrodcze – taniec samców muszek owocówek, obalenie poglądu obligatoryjnego zjadania samca przez samicę modliszki przy kopulacji (wiele czynników zależnych, nawet grubo poniżej 50% przypadków kończy się śmiercią samca); różnicowanie melodii u świerszczy – wabienie samicy, przypodobanie się, walka z innymi samcami i inne; zrzucanie wylinek.

Powyższe tabele obrazują uogólnione informacje. W samych grupach, takich jak straszyki spotykamy się ze znaczną różnorodnością potrzeb, wielkości i masywności właściwej gatunkowo, strategii rozrodczych (partenogeneza, partenogeneza fakultatywna, zapłodnienie krzyżowe fakultatywne i obligatoryjne). Pamiętajmy – w przypadku roślinożerców – o dostępności pokarmu zimą – dla wielu straszyków jest to jeżyna (liście są zimozielone), dla innych ligustr (niektóre zimozielone lub późno więdnięce), dla jeszcze innych liście palm, paproci czy ogników. Dla szarańczy zasadniczy pokarm stanowi trawa, więc będzie nas czekać jej odgrzebywanie spod śniegu i / lub wysiew pszenicy w domu. Hodując zaś owady drapieżne zmuszeni jesteśmy do zakupu

karmowych bezkręgowców w sklepach zoologicznych lub prowadzenia własnej hodowli. Druga opcja jest żmudniejsza, ale zdecydowanie lepsza, gdyż doskonale wiemy, co podajemy „karmowce”. Pamiętajmy o złotej zasadzie – „co zje owad karmowy, otrzyma to drapieżnik”. Niestety, świerszcze ze sklepu zoologicznego stoją tak dwa, trzy, niekiedy więcej dni – zamknięte pierwotnie przez dostawcę, od tamtej pory niekarmione. Podając takie świerszcze naszym modliszkom, podajemy bezwartościowy pokarm (bardziej ekstremalnym przykładem są jaszczurki karmione takimi owadami). Hodując karaczany i kruszczyce spotkamy się z problematyczną często dodatkową linią hodowlaną – muszek owocówek, które rozwijają się na owocach podawanych wyżej wymienionym owadom. Może być ona jednak przydatna, gdy posiadamy młode modliszki (ponadto rzekotki, drzewołazy, młode gekony czy pająki i tępo-odwłokowce). Pewnym problemem okazać może się również głośny śpiew samców świerszczy walczących o samice – niewielu zechce nocować w pokoju z dużą hodowlą świerszczy.

Po obszerniejsze informacje dotyczące poszczególnych grup owadów zapraszamy do angielskiej wersji artykułu.

### Część III. Inne owady

W handlu dostępna jest bardzo szeroka gama bezkręgowców przeznaczonych do hodowli domowych, niemniej, również można pozyskiwać je ze środowiska (pamiętając o nie łapaniu gatunków objętych ochroną gatunkową). Wśród nich znajdziemy mrówki (rząd *Hymenoptera*, rodzina *Formicidae*). Na początek doskonale nadaje się hurtnica czarna (*Lasius niger*), której królową można złapać na początku lata, jednakże polecamy zakup niewielkiej kolonii. Wbrew pozorom nie jest to duży wydatek, a omija tym samym problemy z założeniem kolonii od podstaw. Ponadto możliwy jest zakup dużych i znacznie trudniejszych gatunków straszaków i modliszek, innych niż opisanych (w wersji anglojęzycznej). Podobnie dla chrząszczy; szczególnie spektakularne są jelonki (*Lucanidae*) (unikaj hodowli polskich gatunków odławianych ze środowiska naturalnego, niekiedy trafiają się w handlu linie hodowlane – zazwyczaj za granicą); gatunki egzotyczne często posiadają potężne żuwaczki, dzięki czemu stają się pożądanym obiektem w hodowli, podobnie rohatynce (*Dynastinae*) z uwagi na kleszcze tworzone przez wyrostki głowowe i tułowiowe samców. W Polsce możliwe jest pozyskanie rohatynca nosorożca (*Oryctes nasicornis*) ze środowiska albo zakup różnych gatunków na giełdach lub przez internet. Dorosłe rohatynce jedzą podobny pokarm co kruszczycy, jednakże ich larwy potrzebują więcej biomasy w substracie (zmieszaj rozkładające się liście z glebą, dodaj drewno dębowe i bukowe w różnych fazach rozkładu). Ponadto, niemałym bogactwem charakteryzują się karaczany. Wiele z nich jest pięknie ubarwionych i posiada umiejętność chodzenia po gładkich powierzchniach oraz lotu. Co więcej wśród karaczanów znajdziemy sporo gatunków nieinwazyjnych, niezdolnych do przetrwania w Polsce lub przetrwania na dłuższą metę w mieszkaniu.

### Część IV. Ogólne korzyści z trzymania i hodowli owadów w szkole

- A. Kolekcja wylinek.
- B. Obserwacje cykli życiowych.
- C. Podnoszenie umiejętności hodowlanych.
- D. Podnoszenie świadomości biologicznej i zrozumienia przyrody.
- E. Obniżenie fobii i strachu związanego z owadami.
- F. Owady trzymane w klasie mogą posłużyć do sekcji pokazowych lub realizowanych w ramach zajęć.
- G. Martwe owady mogą być rozpinane przez uczniów i nauczyciela, następnie zdeponowane w gablotach i szkolnej kolekcji albo wyeksponowane w szkole, albo użyte w celach edukacyjnych.
- H. Nauka konserwowania martwych owadów.
- I. Poznawanie bioróżnorodności owadów, ich adaptacji ewolucyjnych i roli w przyrodzie.

### Literatura uzupełniająca

- Błaszak, Cz. (red.). 2012. Zoologia t. 2., cz. 2. Stawonogi. Tchawko-dysne. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Chauvin, R. 1966. Życie i obyczaje owadów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
- Durrell, G., Durrell, L. 1985. The amateur naturalist. A practical guide to the natural world. Penguin Books. Great Britain.
- Falniowski, A. 1973. *Gromphadorrina braueri* Shelf. – endemit madagaskarski. Przegląd Zoologiczny 17 (2), 237-242.
- Grosse, E. 1969. Z biologią za pan brat. Państwowe Wydanie „Iskry”. Warszawa.
- IUCN. 2013. Threatened species in past and present IUCN Red Lists. Table 1 – Numbers of threatened species by major groups of organisms (1996–2013). Available online, last access 26.04.2014. [http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/summarystats/2013\\_2\\_RL\\_Stats\\_Table1.pdf](http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/summarystats/2013_2_RL_Stats_Table1.pdf)
- Jura, Cz. 2007. Bezkręgowce. Podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Moraczewski, J., Riedel, W., Sołtyńska, M., Umiński, T. 1982. Ćwiczenia z zoologii bezkręgowców. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
- Rykowski, N. 1956. Metodyka nauczania zoologii. Państwowe Zakłady

- Wydawnictw Szkolnych. Warszawa.
- Stawiński, W. (red.). 2000. Dydaktyka biologii i ochrony środowiska. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, Poznań.
- Vetulani, I. 1957. Taniec much. Przegląd Zoologiczny 1 (3), 277.
- Wnuk, A. 1975. Uwagi o hodowli mszycożernych bzygowatych (*Syrphidae*, *Diptera*). Przegląd Zoologiczny 19 (2), 266-268.



### 1. *Acheta domestica*.

*Acheta domestica* – świerszczyk domowy, samica imago.

*Acheta domestica* – house cricket, an adult female.



### 2. *Actias selene*.

*Actias selene* – pawica, zwana pawicą selene, gatunek azjatycki.

*Actias selene* – Indian moon moth, an asiatic species of saturniid moth.



### 3. *Dicronorrhina derbyana layardi*.

*Dicronorrhina derbyana layardi* – chrząszcz z podrodziny kruszczycowatych *Cetoniae*.

*Dicronorrhina derbyana layardi* – giant emerald fruit chafer, this beetle belongs to the subfamily *Cetoniae*.





4. *Eurycantha calcarata* ssp.

*Eurycantha calcarata* ssp. – straszak indonezyjski, podgatunek straszaka nowogwinejskiego, samice.  
*Eurycantha calcarata* ssp. – a subspecies of the giant spiny phasmid, females.



5. *Gryllus bimaculatus*

*Gryllus bimaculatus* – świerszcz śródziemnomorski, imagines o białych oczach (cecha pojawiła się spontanicznie w hodowli – Z. Zawada).  
*Gryllus bimaculatus* – Mediterranean field cricket, imagines with white eyes (the trait occurred spontaneously in culture – Z. Zawada).



6. *Heteropteryx dilatata*

*Heteropteryx dilatata* – straszak olbrzymi, samica. Ranę po utraconym odnózu przy linieniu można posypać mąką ziemniaczaną.  
*Heteropteryx dilatata* – Malayan jungle nymph, a female. The leg-loss wound can be dusted with potato flour.



#### 7. *Locusta migratoria*

*Locusta migratoria* – szarańcza wędrowna.  
*Locusta migratoria* – migratory locust.



#### 8. *Pachnoda marginata*

*Pachnoda marginata* – kruszczyca afrykańska, poczwarki w kokolitach.  
*Pachnoda marginata* – sun beetle, the pupae enclosed within soil cocoons.



#### 9. *Periplaneta australasiae*

*Periplaneta australasiae* – przybyszka australijska, karaczan wspinający się po gładkich powierzchniach.  
*Periplaneta australasiae* – Australian cockroach, a roach species able to climb the soft surfaces.

10. *Peruphasma schultei*

*Peruphasma schultei* – straszak diabelski, odmiana o różowych skrzydłach (przeważnie skrzydła drugiej pary są czerwone).

*Peruphasma schultei* – black beauty stick insect, a specimen from the pink-winged lineage (usually the hind-wings are red).

11. *Platyeris biguttatus*

*Platyeris biguttatus* – pluskwiak dwupłamy / białołpamy; osobnik młodociany przystawił się do ofiary (świerszcza) imago.

*Platyeris biguttatus* – white spot assassin bug; an immature individual taking advantage of the prey (a cricket) caught by an imago bug.

12. *Platyeris Mombo*

*Platyeris sp. Mombo* – pluskwiak żółtołpamy; na pierwszym planie "świeże" imago.

*Platyeris sp. Mombo* – orange spot assassin bug; in the foreground a "fresh" imago can be seen.



13. *Platyeris Mombo* oczy

*Platyeris sp. Mombo* – efekt chwilę po tryśnięciu jadem w prawe oko (autor).

*Platyeris sp. Mombo* – an instant effect of spitting the venom into the right eye (author).

14. *Sphodromantis gastrica* kopulacja

*Sphodromantis gastrica* – tzw. modliszka gwinejska, kopulacja (samiec zielony).

*Sphodromantis gastrica* – common African praying mantis, mating (green male).

15. *Sphodromantis gastrica* pogryziona

*Sphodromantis gastrica* – samica pogryziona przez świerszcza podczas linienia.

*Sphodromantis gastrica* – a female severely bitten by a cricket during the moulting.



## Nowe zadania PPP

Materiał przygotowują pracownicy Pracowni Przedmiotów  
Przyrodniczych IBE oraz eksperci zewnętrzni

Poniższe zadania przygotowane są przez PPP IBE dla III i IV etapu edukacyjnego. Niektóre z nich skonstruowano na potrzeby badania Laboratorium Myślenia i odtajniono po II jego cyklu. Nigdy wcześniej nie były publikowane. Prezentowane zadania mają silny kontekst praktyczny i poruszają realne problemy, z którymi uczniowie mogą się zetknąć w życiu codziennym.

Więcej o badaniu Laboratorium Myślenia na stronie: [eduentuzjasci.pl/pl/badania.html?id=409](http://eduentuzjasci.pl/pl/badania.html?id=409)

Autorzy:

BIOLOGIA – komentarz: Grzegorz Papaj

CHEMIA – zadanie: Anna Pinkawa, komentarz: Małgorzata Musialik

FIZYKA – zadanie: Maciej Trzebiński, komentarz: Joanna Borgensztajn

GEOGRAFIA – zadanie: Justyna Żmijewska, komentarz: Agnieszka Lechowicz

Zadania powstały w ramach realizowanego przez Instytut Badań Edukacyjnych projektu *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

## Biologia – praca z mikroskopem

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

**Etap edukacyjny:** gimnazjum

### Cele kształcenia – wymagania ogólne:

II. Znajomość metodyki badań biologicznych.  
Uczeń (...) przeprowadza obserwacje mikroskopowe preparatów świeżych i trwałych.

### Zalecane doświadczenia i obserwacje:

Uczeń dokonuje obserwacji mikroskopowych preparatów trwałych (np. tkanki zwierzęce, organizmy jednokomórkowe) i świeżych (np. skórka liścia spichrzowego cebuli, miąższ pomidora, liść moczarki kanadyjskiej, glony, pierwotniaki)

### Komentarz

Zadanie sprawdza znajomość podstawowych zasad pracy z mikroskopem świetlnym. Zadaniem ucznia jest określenie, czy przedstawione czynności prowadzą do osiągnięcia zamierzonego efektu. Problemy ukazane w zadaniu pojawiają się w praktycznej pracy z mikroskopem.

Zadanie okazało się dość trudne dla uczestniczących w badaniu uczniów klas III gimnazjum. Prawdopodobnie wszystkie trzy rady oceniło jedynie 28% badanych. Badani uczniowie najlepszy wynik uzyskali oceniając radę 2, gdzie padło 76% odpowiedzi poprawnych. Punkt ten faktycznie wydaje się dość łatwy i można przypuszczać, że nawet uczniowie nieznający ani teorii, ani praktyki pracy z mikroskopem mogli intuicyjnie określić, że przy większym powiększeniu („przybliżeniu”) mniej się mieści w polu widzenia, zatem zmiana powiększenia obiektywu na mniejsze może odnieść pożądany skutek.

Nieco słabszy wynik (62% poprawnych odpowiedzi) uzyskali badani uczniowie w przypadku rady 3. Być może część uczniów wybierających odpowiedź niepoprawną nie wiedziała (i nigdy nie zwróciła na to uwagi podczas ćwiczeń praktycznych), że ustawianie ostrości w istocie polega na zmianie odległości dzielącej preparat od obiektywu.

Rada 1 sprawiła uczniom najwięcej kłopotów. Odpowiedzi poprawnych było zaledwie 41%, co stanowi wynik gorszy niż przy odpowiedzi wybieranej losowo. Najprawdopodobniej większość uczniów wybierających w tym punkcie odpowiedź „Tak” kierowała się tą samą intuicją, co w przypadku rady 2: jeśli obraz nie mieści się w polu widzenia, należy odsunąć się od niego.

Zadanie, ze względu na bardzo dużą trudność, nie nadaje się na sprawdzian. Może jednak stanowić ma-



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



entuzjaści  
edukacji



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY

teriał do pracy na lekcji poświęconej teorii pracy z mikroskopem. Może być również użyteczne jako element pracy domowej, przygotowującej do praktycznych zajęć z mikroskopii.

## Chemia – przepis na musujące kule do kąpiel

### Zadanie

Studenci chemii na stronie internetowej swojego koła naukowego opublikowali przepis na musujące kule do kąpiel, które można wykonać samodzielnie w domu.

Do wykonania kul potrzebne są:

- 1 szklanka sody oczyszczonej,
- pół szklanki kwasu cytrynowego,
- pół szklanki skrobi kukurydzianej,
- wyciąg z nagietka,
- 1 łyżeczka olejku pomarańczowego,
- 2 łyżki stołowe suszonych kwiatów nagietka,
- spirytus do spryskiwania kul.

na podstawie: [www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html](http://www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html)

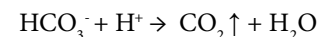
Przeanalizuj skład musujących kul do kąpiel, a następnie zdecyduj, czy stwierdzenia dotyczące ich roli są prawdziwe, czy fałszywe.

	Stwierdzenia dotyczące roli składników kul	Prawda czy fałsz?
1.	Efekt powstawania bąbelków po wrzuceniu kuli do wody zapewnia reakcja między sodą oczyszczoną i kwasem cytrynowym.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2.	Efekt aromatyczny kuli zapewniają olejki oraz wyciągi z kwiatów.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3.	Otrzymane w ten sposób musujące kule do kąpiel należy zabezpieczyć przed wilgocią.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

### Komentarz

Prezentowane zadanie powinno spodobać się zarówno uczniom, jak i nauczycielom – uczniom, ponieważ przepis z zadania mogą wykorzystać do zrobienia własnych kul musujących w domu, a nauczycielom, ponieważ zadanie obejmuje swoim zakresem szereg umiejętności: szukanie związków między właściwościami substancji a ich zastosowaniem w życiu codziennym, analiza składu substancji (kosmetyków) oraz wnioskowanie na podstawie obserwacji (metoda badawcza). Umiejętnością mierzoną w tym zadaniu jest wykorzystywanie informacji z tekstu i posiadanych wiadomości w praktyce.

Uczniowie powinni zdawać sobie sprawę z tego, że każdy składnik kul musujących nadaje kosmetykowi określoną właściwość. Soda oczyszczona to nazwa zwyczajowa wodorowęglanu sodu ( $\text{NaHCO}_3$ ), stosowanego jako środek spulchniający i pianotwórczy m.in. w środkach spożywczych (np. w proszku do pieczenia) oraz w środkach czystości. Ze względu na swe właściwości przeciwzapalne i oczyszczające skórę, soda jest idealna do produkcji różnych pieniących soli kąpielowych i kuli musujących. Wodorowęglan sodu jest solą słabego kwasu i mocnej zasady, która łatwo hydrolizuje w wodzie na kationy sodowe  $\text{Na}^+$  i aniony wodorowęglanowe  $\text{HCO}_3^-$ . Pod wpływem kwasów soda wydziela duże ilości tlenu węgla(IV), wywołując efekt musowania cieczy. Dzieje się tak za sprawą dość gwałtownej reakcji anionu wodorowęglanowego z kationem wodorowym pochodzącym od kwasu:



Warto podkreślić, że informacje o hydrolizie nie są potrzebne do rozwiązania zadania. Szukając źródła kationów wodorowych na liście składników do produkcji kul znajdujemy kwas cytrynowy, który jest słabym kwasem, uważanym za bezpieczny do stosowania

w produktach spożywczych i kosmetycznych. Kwas cytrynowy jest kwasem owocowym o właściwościach odkażających, ściągających i rozjaśniających. Znalazł szerokie zastosowanie w produkcji toników, szampoonów i odżywek do włosów, pełniąc w nich także funkcję regulatora kwasowości kosmetyków.

Kolejnym składnikiem dodawanym do kul musujących jest skrobia kukurydziana. Nadaje ona kulom lekkość, dzięki której unoszą się one na wodzie. Skrobia kukurydziana to jeden z najczęściej stosowanych organicznych wypełniaczy kosmetycznych, m.in. ze względu na niską cenę i silne właściwości adsorpcyjne (doskonale wchłania sebum i wilgoć ze skóry). Jest wykorzystywana do produkcji podkładów, pudrów, róży i bronzarów.

Z kolei wyciąg z nagietka leczniczego (*Calendula officinalis*) powstaje w wyniku macerowania kwiatów nagietka w oliwie z oliwek. Wyciąg z nagietka zalecany jest do wrażliwej, pękającej i podrażnionej skóry, ze względu na silne działanie nawilżające, przeciwzapalne, regeneracyjne i bakteriobójcze. Podobne właściwości ma susz z kwiatów tej rośliny. Zarówno susz, jak i wyciąg z kwiatów nagietka wykorzystywane są w kosmetyce do wyrobu płynów tonizujących, kremów, maści i maseczek, w szczególności do cery suchej i wrażliwej.

Olejek pomarańczowy ma charakterystyczny zapach świeżych pomarańczy, który nada kulom musującym słodki, owocowy aromat. Pozyskiwany jest przez wytłaczanie na zimno lub przez destylację z parą wodną skórek owoców drzewa słodkiej pomarańczy (*Citrus Aurantium Dulcis/Citrus Aurantium Sinensis*). Stosowany na skórę działa dezynfekująco, łagodząco, antyoksydacyjnie i przeciwzmarszczkowo. Olejek pomarańczowy świetnie się nadaje jako substancja zapachowa do kuli musujących, żeli pod prysznic i balsamów ze względu na swoje działanie relaksujące i antystresowe. Polecany

jest w stanach przemęczenia, zwiększonego stresu oraz pomocniczo w leczeniu bezsenności i depresji.

Spryskanie gotowych kulek spirytusem sprawia, że tworzy się na ich powierzchni cienka skorupka, która zabezpiecza kruchą strukturę kul przed przypadkowymi uszkodzeniami.

Patrząc na funkcje, jakie pełnią poszczególne składniki można zauważyć, że niezbędne do produkcji kul są kwas cytrynowy i soda oczyszczona. Pozostałe składniki receptury można dowolnie zmieniać według potrzeb – np. zastąpić skrobię olejem roślinnym i glinką czerwoną, a zamiast olejku pomarańczowego dodać olejek różany. Nauczyciel może zaproponować uczniom, aby opracowali jakąś własną recepturę kul musujących.

Do poprawnego rozwiązania tego zadania wystarczy, że uczeń:

- zauważy, że wśród składników kul musujących występują soda oczyszczona i kwas cytrynowy;
- będzie wiedział, że kwasy zawierają kationy wodorowe  $H^+$ , które reagują z (wodoro)węglanami, wydzielając z nich gaz –  $CO_2$  (uczeń nawet nie musi znać dokładnego wzoru kwasu cytrynowego), a następnie wyciągnie wniosek, że bąbelki powstające po wrzuceniu kul do wody to  $CO_2$  (stwierdzenie 1 jest prawdziwe); pomocna może być też wiedza, że kwas cytrynowy jest kwasem mocniejszym od kwasu węglowego oraz że kwas węglowy jest kwasem nietrwałym, który ulega rozkładowi na wodę i tlenek węgla (IV);
- zauważy, że na liście składników wymieniono olejki eteryczne oraz wyciągi z pomarańczy i nagietka;
- będzie wiedział, że kwiaty zawdzięczają swój zapach olejkom eterycznym zawierającym substancje zapachowe i wywnioskuje, że to właśnie one nadadzą kulom ładny aromat (stwierdzenie 2 jest prawdziwe);

- zauważy, że musujące kule łatwo reagują z wodą, a więc trzeba je zabezpieczyć przed wilgocią, a zatem stwierdzenie 3 również jest prawdziwe.

Zadanie zostało zbadane na grupie 195 uczniów z klas I liceum ogólnokształcącego.

Tabela 1. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytania postawione w poleceniu do zadania (właściwe odpowiedzi zaznaczono niebieskim drukiem).

	Stwierdzenia dotyczące roli składników kul	Prawda czy fałsz?
1.	Efekt powstawania bąbelków po wrzuceniu kuli do wody zapewnia reakcja między sodą oczyszczoną i kwasem cytrynowym.	Prawda (71,8%) / Fałsz (28,2%)
2.	Efekt aromatyczny kuli zapewniają olejki oraz wyciągi z kwiatów.	Prawda (98,5%) / Fałsz (1,5%)
3.	Otrzymane w ten sposób musujące kule do kąpieli należy zabezpieczyć przed wilgocią.	Prawda (71,3%) / Fałsz (28,7%)

Prawdopodobieństwo przypadkowego rozwiązania całego zadania drogą losową wynosiło 12,5%. W sumie na wszystkie trzy stwierdzenia poprawnie odpowiedziało 46,7% uczniów, a więc zadanie było dla nich stosunkowo łatwe.

W przypadku stwierdzenia 1, prawie 72% uczniów biorących udział w badaniu udzieliło poprawnej odpowiedzi. Uczniowie, którzy wybrali odpowiedź niepoprawną przypuszczalnie nie wiedzieli czym jest soda oczyszczona lub nie skojarzyli bąbelków powstających po wrzuceniu kul do wody z  $CO_2$ .

Najmniej problemów mieli uczniowie z odpowiedzią na stwierdzenie 2 – ponad 98% odpowiedziało poprawnie. Osoby, które wybrały błędną odpowiedź przypuszczalnie nie wiedziały, czy wymieniony w zadaniu wyciąg z nagietka ma jakiś zapach. Mogły myśleć, że wyciąg był np. z części zielonych tej rośliny (warto

zauważyć, że łodygi i liście nagietka również mają charakterystyczny zapach).

W przypadku stwierdzenia 3 wyniki były niemal identyczne jak dla stwierdzenia 1 – nieco ponad 71% uczniów odpowiedziało poprawnie. Być może uczniowie, którzy wybrali błędną odpowiedź uważali, że wilgoć panująca w powietrzu nie jest wystarczająca do zapoczątkowania reakcji między składnikami kul musujących. Do udzielenia poprawnej odpowiedzi w tym wierszu z pewnością przydatna byłaby obserwacja dotycząca zachowania chrupiek kukurydzianych lub chipsów trzymanyh przez pewien czas w otwartym opakowaniu. Możliwe, że żaden z uczniów nie trzymał chrupiek w otwartym opakowaniu na tyle długo, by zauważyć, że takie chrupki po jakimś czasie robią się twarde i lekko gumowate na skutek wchłonięcia wilgoci z powietrza.

Zadanie jest zgodne z następującymi wymaganiami zawartymi w podstawie programowej dla chemii na poziomie podstawowym IV etapu edukacyjnego:

#### Wymagania ogólne:

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.

Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuję i uogólnia; wykazuje związek składu chemicznego, budowy i właściwości substancji z ich zastosowaniami; posługuje się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym w kontekście dbałości o własne zdrowie i ochrony środowiska naturalnego.

III. Opanowanie czynności praktycznych.

Uczeń (...) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

#### Wymagania szczegółowe:

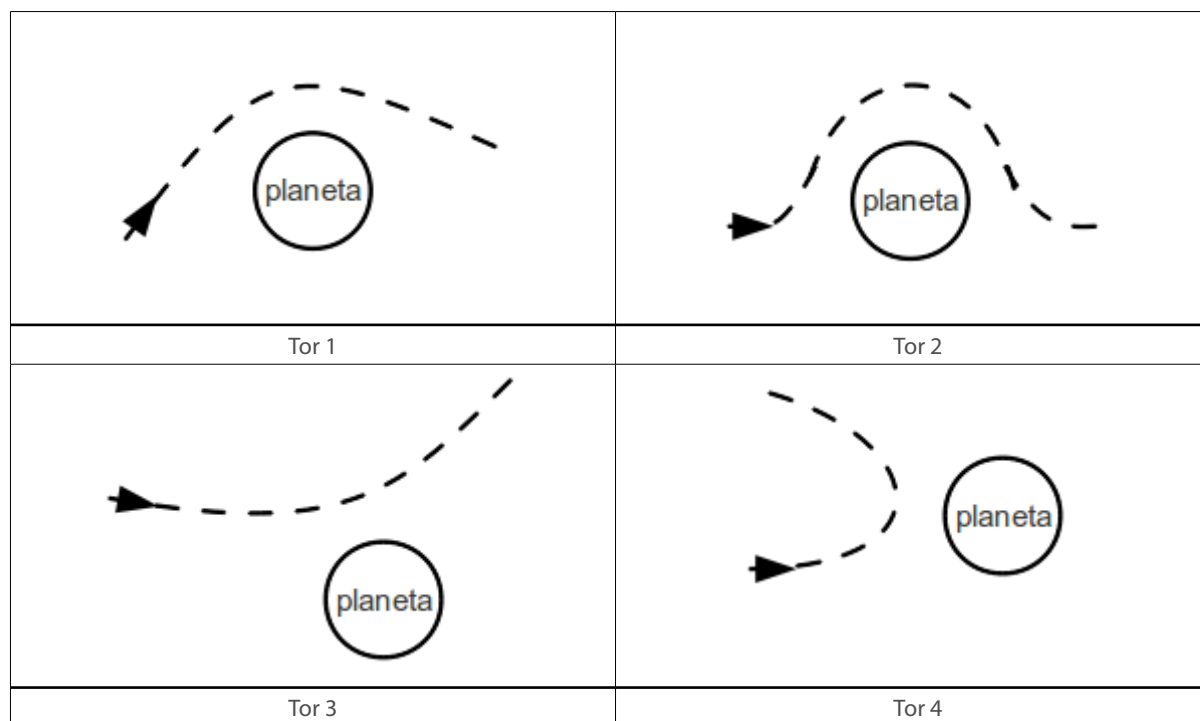
2.5. Chemia środków czystości. Uczeń (...); analizuje skład kosmetyków (...) i wyszukuje w dostępnych źródłach informacje na temat ich działania.

## Fizyka – Statek kosmiczny

### Zadanie

W jednym ze znanych seriali science-fiction załoga statku kosmicznego w momencie zbliżania się do planety wyłączyła silniki. Janek, próbując sobie wyobrazić tory statku, narysował następujące sytuacje:

Zadecyduj, które z narysowanych torów są zgodne z prawami fizyki.



Źródło: własne

Tor	Zgodny czy niezgodny z prawami fizyki?
1.	<input checked="" type="checkbox"/> Zgodny / <input type="checkbox"/> Niezgodny
2.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input checked="" type="checkbox"/> Niezgodny
3.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input checked="" type="checkbox"/> Niezgodny
4.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input checked="" type="checkbox"/> Niezgodny



## Komentarz

Każde dwa ciała obdarzone masą przyciągają się grawitacyjnie. W przypadku satelitów (w tym sztucznych satelitów Ziemi) siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej: satelita porusza się po okręgu wokół środka masy układu. Zwykle w taki właśnie sposób rozumiemy wpływ siły grawitacji na ruch obiektów krążących wokół planety.

Tymczasem nie jest to jedyny możliwy scenariusz. Możemy wyobrazić sobie, że relatywnie lekkie ciało dostaje się w pobliże planety (lub innego masywnego obiektu) z prędkością zbyt dużą, aby oddziaływanie grawitacyjne pomiędzy nimi mogło spowodować, że lżejszy obiekt zacznie okrążać masywniejszy. Jedynym obserwowanym efektem działania siły grawitacji będzie wówczas zmiana kierunku, w jakim porusza się mniejszy obiekt. Ciało to przez pewien czas będzie poruszać się po krzywej, po czym oddali się samoistnie od planety.

Warto pamiętać tu o jeszcze jednej, bardzo istotniej rzeczy. Oba powyższe scenariusze są możliwe jedynie w sytuacji, gdy obiekt zbliżający się do planety porusza się po prostej nie przechodzącej przez jej środek. Aby siła grawitacji mogła pełnić rolę siły dośrodkowej, wektor prędkości obiektu musi mieć składową prostopadłą do kierunku działania tej siły. Jeśli obiekt ten porusza się po prostej przechodzącej przez środek planety, siła grawitacji powoduje jedynie zwiększenie jego prędkości, nie wpływając w ogóle na kierunek ruchu.

Prezentowane zadanie dotyczy sytuacji, gdy statek kosmiczny zbliża się do pewnej planety i, po wyłączeniu silników, porusza się jedynie pod wpływem siły grawitacji. Analizując rysunki, dostrzegamy, że tylko pierwszy tor pojazdu jest zgodny z prawami fizyki. Schemat przedstawia sytuację, w której trajektoria obiektu posiadającego składową prędkości prostopadłą do kierunku

działania siły grawitacji ulega zakrzywieniu pod wpływem tej siły. W trakcie badania pilotażowego poprawnie oceniło ten schemat aż 79,7% badanych uczniów.

Dużo bardziej problematyczny okazał się kolejny rysunek. Aby statek mógł poruszać się po torze drugim, okrążając planetę po półokręgu, załoga musiałaby dwa razy włączyć silniki: pierwszy raz przy zmianie trajektorii z prostoliniowej na kołową, a drugi raz – w trakcie wykonywania odwrotnego manewru. Gdyby pojazd poruszał się cały czas z wyłączonymi silnikami, spadłby na powierzchnię planety po linii prostej, co prawdopodobnie umknęło uwadze części uczniów. Strzałka na schemacie wskazująca kierunek ruchu skierowana jest na planetę, więc grawitacja tylko przyspieszałaby ten ruch, zamiast powodować zmianę jego kierunku. W tym przypadku poprawnie oceniło schemat już tylko 53,5% badanych osób.

Również niepoprawne są dwa ostatnie schematy. Sytuacje te byłyby możliwe tylko w przypadku, gdyby siła grawitacji powodowała odpychanie dwóch ciał, co oczywiście nie jest prawdą. Z punktu widzenia praw fizyki nie ma między nimi istotnej różnicy, a pomimo to schemat trzeci poprawnie oceniło 61,1%, a czwarty – 77,4% uczniów biorących udział w badaniu.

Różnica w rozwiązywalności tych dwóch podpunktów może wynikać z faktu, że uczniowie jako kryterium swojej oceny przyjmowali wyłącznie informację graficzną, bez powiązania jej z odpowiednimi prawami fizyki. W przypadku ostatniego schematu mamy bowiem do czynienia z sytuacją, w której pojazd zawraca pod wpływem siły grawitacji, co wydaje się dosyć nielogiczne. Tymczasem na schemacie trzecim statek przelatuje obok planety, co sprawia, że sytuacja ta wydaje się bardziej prawdopodobna. Również w przypadku schematu drugiego na rozwiązywalność mogła mieć wpływ błędna interpretacja informacji graficznej. Pojazd ominął

planetę i poleciał dalej, na pierwszy rzut oka nie dzieje się więc nic niepokojącego.

Całość zadania poprawnie rozwiązało 18,6% uczniów. Nie jest to wynik imponujący i świadczy on o tym, że znaczna część uczniów, którzy wybierali w poszczególnych wierszach odpowiednią odpowiedź, robiła to nieświadomie, nie rozumiejąc dobrze opisywanego zjawiska. Najwyraźniej uczniowie mają problemy ze zrozumieniem wpływu siły dośrodkowej na trajektorię poruszającego się ciała oraz ze zrozumieniem jej roli w sytuacji, gdy pełni ona rolę siły grawitacji. Warto zatem poświęcić tym zagadnieniom odpowiednio dużo czasu i uwagi przy omawianiu nie tylko ruchu satelitów w polu grawitacyjnym, ale również wszystkich zjawisk związanych z ruchem po okręgu.

Zadanie można wykorzystać do realizacji zapisów podstawy programowej fizyki na IV etapie edukacyjnym w zakresie podstawowym:

### Wymagania ogólne:

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk (...).

### Wymagania szczegółowe:

1. Grawitacja i elementy astronomii.

Uczeń:

- 5) wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi.

## Geografia – Bornholm

### Zadanie

Bornholm jest duńską wyspą na Morzu Bałtyckim. Do jej atrakcji należą skaliste wybrzeża na północnym zachodzie wyspy (fot. 1) oraz wzgórze Madsebakke (fot. 2).



Fot. 1. Północno-zachodnie wybrzeże Bornholmu

Fot.: Justyna Żmijewska

Które czynniki rzeźbotwórcze zadecydowały o obecnym wyglądzie skalistych atrakcji wyspy Bornholm? Wskaż po jednym czynniku rzeźbotwórczym, zaznaczając odpowiednie miejsca w tabeli.

- A – działalność morza,
- B – działalność wiatru,
- C – działalność lądolodu,
- D – działalność rzeki

	Atrakcja turystyczna	Czynnik rzeźbotwórczy
1.	Zachodnie wybrzeże	<input checked="" type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D
2.	Wzgórze Madsebakke	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input checked="" type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D



Fot. 2. Wzgórze Madsebakke

Fot.: Justyna Żmijewska

### Komentarz

Zadanie odwołuje się do, często w ostatnim czasie stosowanego, sposobu sprawdzania umiejętności uczniów – interpretacji fotografii. Sprawdza to wykorzystanie wiedzy w praktyce. W tym zadaniu, o prostej konstrukcji, uczniowie muszą rozpoznać czynniki rzeźbotwórcze, które ukształtowały przedstawione formy.

Na pierwszym zdjęciu widać wybrzeże Bornholmu. Uczeń powinien rozpoznać po charakterystycznych elementach typ wybrzeża. Jest to przykład wysokiego, skalistego urwiska poddanego działalności fal morskich, nazywanego klifem lub falezą. Jako prawidłową powinien zaznaczyć więc odpowiedź A. Jeśli nie jest pewny swojego wyboru, może go zweryfikować drogą eliminacji.

Widać, że brzeg zbudowany jest z twardych skał, o czym świadczy ich stromizna, brak osypującego się drobnego materiału i duże odłamki skalne u podnóża. Tego typu skały są dość odporne na działalność wiatru, który, wiejąc od strony morza, nie przynosi drobnego materiału powodującego korazję. Można więc wyeliminować wiatr. Gdyby ta skała poddana była działaniu lądolodu, jej powierzchnia byłaby gładka, wypolerowana powolnym działaniem lodu – eliminujemy więc także lądolód. We wstępie zadania zawarta jest informacja, że Bornholm jest wyspą na Morzu Bałtyckim, a zdjęcie przedstawia jej północno-zachodnie wybrzeże, co sugeruje działalność morza.

Poprawną odpowiedź wskazało 47,3% ze 165 uczniów klas III gimnazjum biorących udział w badaniu, 18,2% nie dokonało wyboru.

W drugiej części zadania wybieramy z tych samych czterech czynników ten, który wyrzeźbił wzgórze Madsebakke przedstawione na kolejnej fotografii. To wzniesienie zbudowane jest z ogromnych odłamków litej skały, wypolerowanych przez czynnik zewnętrzny.

I podobnie jak w pierwszej części, jeśli uczeń nie wie, że jest to muton (baraniec, wygląd lodowcowy) czyli forma polodowcowa, to na zasadzie eliminacji pozostałych odpowiedzi, tak jak w części pierwszej, powinien wskazać właściwą odpowiedź, czyli lodowiec. Wzgórza Madsebakke nie są efektem działalności fal morskich, gdyż nie znajdują się na wybrzeżu; nie wyrzeźbiła ich rzeka, bo nie widać w pobliżu doliny; nie powstały na skutek działania wiatru, ponieważ brak materiału, który mógłby być przenoszony przez wiatr.

Prawidłowego wyboru w tej części dokonało 32,7% badanych uczniów, podczas gdy aż 21,2% wskazało wiatr jako czynnik rzeźbiący.

Zadanie w całości prawidłowo rozwiązało 26,7% badanych uczniów gimnazjum, 40,6% odpowiedziało źle, aż 19,4% uczniów nie wskazało żadnej odpowiedzi. Świadczy to o znacznym stopniu trudności zadania.

Tego typu zadanie może być wykorzystywane na lekcji jako przykład dochodzenia do prawidłowej odpowiedzi poprzez eliminację błędnych możliwości oraz ćwiczenie odczytywania informacji z obrazu graficznego. Ponieważ wymaganie szczegółowe podstawy programowej sprawdzane przez to zadanie sformułowane jest bardzo ogólnie i nie konkretyzuje, o jakie formy rzeźby chodzi, może się zdarzyć, że np. wygląd lodowcowy nie pojawi się w programie nauczania; wybrzeże klifowe jest częściej spotykaną formą, bo może być ona brana pod uwagę przy okazji omawiania Bałtyku.

**Mierzona w zadaniu umiejętność:**

wnioskowanie na podstawie fotografii

**Wymagania ogólne:**

- 1.2. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej. Uczeń potrafi korzystać z planów, map, fotografii, rysunków, wykresów i danych statystycznych i tekstów źródłowych oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu groma-

dzenia, przetwarzania i prezentowania informacji geograficznych.

- 2.1. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym.

Sprawdź inne zadania z komentarzami Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE  
w Bazie Narzędzi Dydaktycznych

**Wymagania szczegółowe:**

- 3.7. Wybrane zagadnienia geografii fizycznej. Uczeń rozpoznaje i opisuje w terenie formy rzeźby powstałe w wyniku działania czynników rzeźbotwórczych.

**bnd.ibe.edu.pl**

## Baza narzędzi dydaktycznych



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

IBE

entuzjaści  
edukacji

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY





# Recenzja książki

## Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli Biologii

Danuta Cichy

Inicjatywa przygotowania publikacji dotyczącej zarysu historii dydaktyki biologii i opisanie sylwetek dydaktyków biologii pracujących w Polsce powstała w kręgach Sekcji Dydaktyki Biologii Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. Pierwsze wydanie biograficzne przygotowane było w 1987 roku pod redakcją prof. dr. Stanisława Feliksiaka, zawierało 1075 biogramów. Następne opracowanie dotyczące biogramów „Dydaktycy biologii i ochrony środowiska”, przygotowano pod redakcją dr. Ryszarda Kowalskiego w roku 2003 w Zakładzie Dydaktyki Biologii Instytutu Biologii Uniwersytetu Podlaskiego w Siedlcach. Stanowiło ono wówczas podstawową wiedzę o stanie osobowym dydaktyków biologii. Obydwa opracowania stanowiły podstawę do zespołowego opracowania pod redakcją profesora zw. dr hab. Wiesława Stawińskiego, prof. nadzw. dr hab. Ilony Żeber-Dzikowskiej – aktualnej przewodniczącej Sekcji Dydaktyki Biologii oraz dr Marii Obrębskiej i dr Aliny Stankiewicz – członków Zarządu Sekcji „Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli biologii”. Ta cenna pozycja ukazała się dzięki zaangażowaniu Zespołu Redakcyjnego.

Książka składa się ze wstępu, następujących rozdziałów: „Rozwój edukacji biologicznej w Polsce”, „Udział nauczycieli biologii/ przyrody w unowocześnianiu edukacji biologicznej/przyrodniczej”, „Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli biologii” oraz podsumowania.

*Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli Biologii*

Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego. Kielce 2014, wyd. 1., ss. 252, wyd. 2., ss. 269.

Stanowi ona cenną pozycję, zasługującą na uznanie z kilku powodów:

- jest konotacją historyczną kontynuującą zapis osiągnięć dydaktyków biologii,
- wskazuje na wkład dydaktyków biologii i przyrody w unowocześnianie i podnoszenie efektywności edukacji biologicznej i treści przyrodniczych,
- podkreśla rolę i znaczenie dydaktyki biologii dla efektów nauczania biologii, a także innych przedmiotów przyrodniczych,
- pokazuje rozwój edukacji biologicznej w Polsce.

W rozdziale „Rozwój edukacji biologicznej w Polsce” autorzy przedstawiają ewolucję edukacji biologicznej od XVIII wieku do czasów współczesnych. Bardzo interesujące są informacje dotyczące badań nad dobrem i strukturą programów nauczania oraz ich wpływu na efekty kształcenia. Ciekawe są też wiadomości na temat dydaktycznej transformacji treści nauczania. Znajdują się tam również informacje o prowadzonych badaniach dydaktycznych i ich znaczeniu w kształtowaniu rozumowania przyrodniczego.

W rozdziale „Udział nauczycieli i dydaktyków biologii/przyrody w unowocześnieniu edukacji biologicznej/przyrodniczej”. W treści tego rozdziału wskazano na rolę nauczycieli praktyków w kształceniu studentów przyszłych. Opisano sylwetkę nauczyciela w pełni zaangażowanego w pracę dydaktyczno-wychowawczą. Wspomiano o prowadzeniu badań krajowych i kontak-

Książka dostępna w wersji elektronicznej na stronie Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach pod adresem:  
<http://www.ujk.edu.pl/ibiol/files/ilona-zd-sylwetki.pdf>

tach międzynarodowych prowadzonych przez twórczych nauczycieli.

Przyznać muszę, że po przeczytaniu tytułu tego rozdziału spodziewałam się więcej informacji o unowocześnianiu procesu dydaktyczno-wychowawczego prowadzonego na lekcjach biologii, a także nowoczesności w przygotowaniu studentów na nauczycieli biologii.

Najcenniejszy jest niewątpliwie rozdział „Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli dydaktyków i nauczycieli oraz rozwój naukowy dydaktyki biologii”. Zamieszczone biogramy mają różną strukturę, ponieważ nie o wszystkich osobach udało się zebrać pełne informacje. Opracowanie obejmuje okres rozwoju dydaktyki biologii od Komisji Edukacji Narodowej do czasów współczesnych. Zawarte są w nim sylwetki dydaktyków, o których można wspomnieć z perspektywy historycznej, oceniając ich wkład w rozwój dydaktyki biologii z perspektywy czasu i warunków w których żyli. W publikacji zawarto 117 biogramów osób zasłużonych dla rozwoju dydaktyki biologii. Oczywiście wkład różnych dydaktyków można różnie oceniać. Przedstawiono sylwetki nauczycieli z tytułami magistrów, doktorów i samodzielnych pracowników ze stopniem dr habilitowanego oraz profesorów zwyczajnych i nadzwyczajnych. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie warunków, w których przyszło im pracować i uwarunkowania środowiskowe, a także możliwości prowadzenia badań i publikowania swoich osiągnięć, wkład naukowy jest



zróżnicowany. Obecnie mamy pięciu doktorów z tytułem doktora habilitowanego (prof. nadzw.) oraz dwóch profesorów zwyczajnych, wszyscy uzyskali ten tytuł legitymując się w mniejszym lub większym stopniu dorobkiem i badaniami z dydaktyki biologii i zajmują się aktualnie badaniami z dydaktyki biologii, ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.

Z przykrością trzeba stwierdzić, że polityka edukacyjna nie sprzyja rozwojowi badań z dydaktyki biologii. Rozwiązywane są zakłady dydaktyki biologii, a badania i kształcenie z dydaktyki biologii ukierunkowuje się na pedagogikę ogólną.

Serdeczne podziękowania składam Redaktorom tej publikacji za trud, jaki ponieśli w zebraniu biogramów, za ich opracowanie i przygotowanie do druku, a Władzom i Wydawnictwu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach – za pomoc w wydaniu tej pozycji.

Żywię nadzieję, że Zarząd Sekcji podejmie trud następnego wydania, na pewno warto – dla świadomości Władz i osób obecnie pracujących w dydaktyce biologii, których biogramów z różnych przyczyn zabrakło w tym wydaniu. Gorąco zachęcam władze decydujące o kształceniu nauczycieli, dydaktyków i nauczycieli biologii do zajrzenia na strony tej pożytecznej publikacji.

Prof. zw. dr hab. Danuta Cichy  
dydaktyk biologii i ochrony środowiska

# Tydzień mózgu

## Studencka sesja wykładowa i telekonferencja Tygodnia Mózgu w Szczecinie 2014

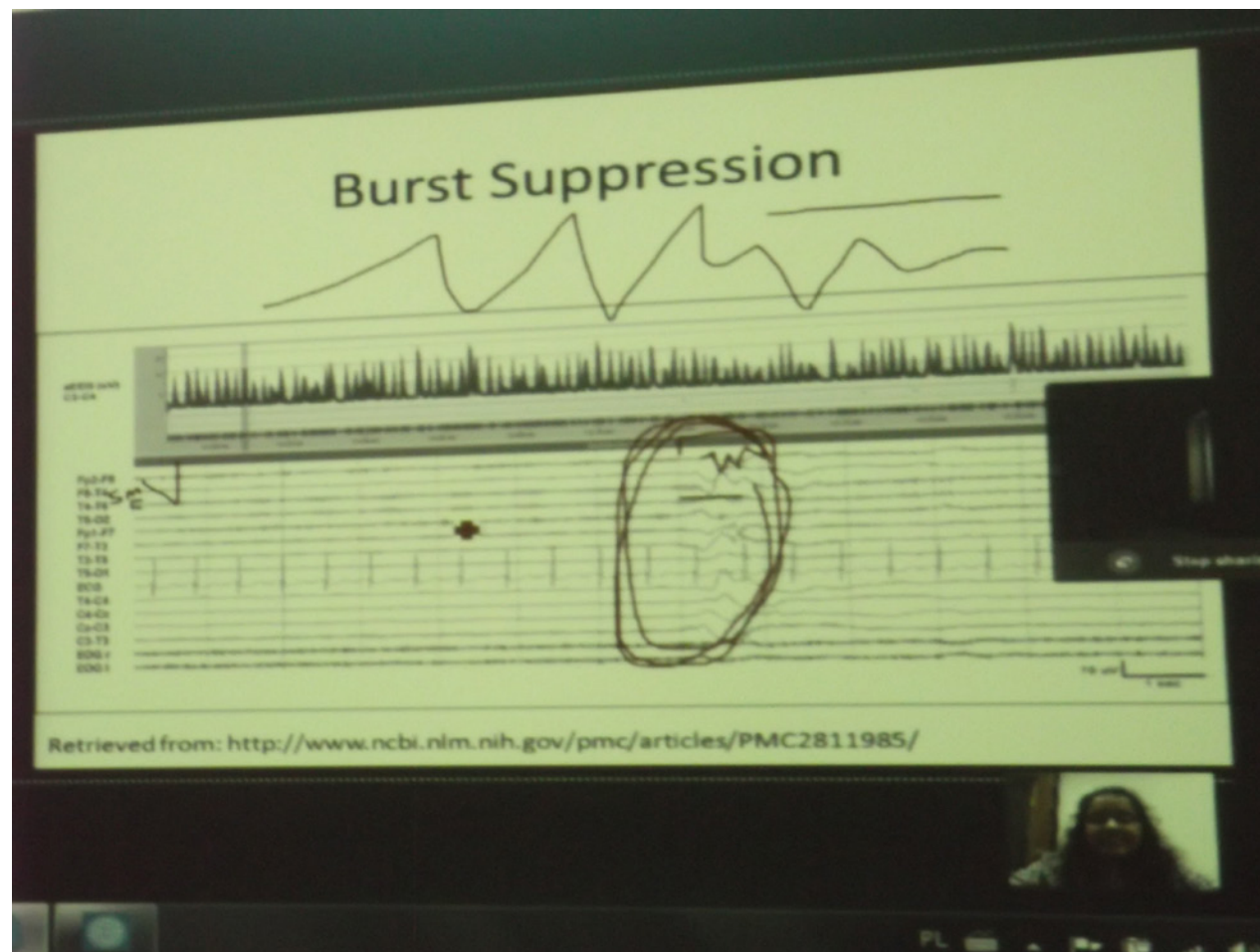
Michał Skoczylas, Ewa Siwiec

11 marca 2014 roku studencka sesja wykładowa i telekonferencja rozpoczęły szczecińskie obchody Tygodnia Mózgu (*Brain Awareness Week*).

Konferencja „Tydzień Mózgu w Szczecinie 2014” była drugą edycją spotkań pod patronatem JM Rektora Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie Profesora dr. hab. Andrzeja Ciechanowicza. Konferencję zorganizowano we współpracy The Dana Foundation z siedzibą w Nowym Jorku, Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, Zakładu Diagnostyki Funkcjonalnej i Medycyny Fizykalnej PUM, Zakładu Biochemii i Żywienia Człowieka Katedry Biochemii i Chemii Medycznej PUM, Sekcji Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Lekarskiego oraz Oddziału Szczecińskiego i Sekcji Nauk o Człowieku Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika.

Tydzień Mózgu został zainicjowany przez The Dana Foundation w Stanach Zjednoczonych w 1996 roku. Od 1999 roku jest organizowany przez Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Mikołaja Kopernika w Krakowie. Celem Tygodnia Mózgu jest popularyzacja problematyki badań nad biologią mózgu i zwrócenie uwagi na konieczność postępu nauk w zakresie poznania natury zaburzeń budowy i funkcji mózgu oraz zwalczanie piętna wywoływanego przez choroby.

W pierwszym dniu „Tygodnia Mózgu w Szczecinie 2014” prelegentami byli studenci Pomorskiego Uniwer-



sytetu Medycznego, Northeast Ohio Medical University (Stany Zjednoczone) i Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Niemcy). Sesję prowadzili doktoranci Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego mgr Ewa Siwiec i lek. Michał Skoczylas.

Konferencja została zainaugurowana wykładem mgr Ewy Siwiec pt. *Kiedy mózg mówi „Dobranoc”*. Prelegentka przedstawiła poszczególne fazy snu i fi-

zjologiczne zmiany zachodzące w organizmie podczas każdej z nich. Omówiła też czynniki zaburzające sen, w tym różne jednostki chorobowe, oraz konsekwencje niewyspania. Przedstawienie cech alkoholowego zespołu płodowego w różnicowaniu z rzadkimi zespołami genetycznymi było celem wykładu Anny Walat i Agnieszki Serafin. Klaudia Bartoszewicz omówiła choroby przenoszone przez kleszcze ze szczególnym



uwzględnieniem neuroboreliozy i zapalenia mózgu przeniesionego przez kleszcze. Znaczenie diety w profilaktyce i wspomaganiu leczenia osób z chorobą Alzheimera oraz chorobą Parkinsona było tematem wykładu Mai Czerwińskiej i Joanny Hołowko. Studentki szczegółowo omówiły skomponowanie jakościowe i ilościowe posiłków, które spowalniają postęp ww. chorób.

W telekonferencji aktywnie uczestniczyli Ajleeta Sangtani, studentka Northeast Ohio Medical University w Stanach Zjednoczonych oraz Marc Strinitz, student Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg w Niemczech. Ajleeta Sangtani wygłosiła wykład pt. *The Use of EEG in Neonatology*, w którym omówiła znaczenie diagnostyczne elektroencefalogramu u noworodków. Marc Strinitz w wykładzie pt. *Intraventricular Hematoma* przedstawił patogenezę krwawień do układu komorowego mózgu oraz zagadnienia diagnostyki i leczenia. Łączność z prelegentami uzyskano poprzez komunikator Skype. Pełne sprawozdanie z całej konferencji zostanie opublikowane w Biuletynie Informacyjnym Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.

Pierwszy Tydzień Mózgu w Szczecinie odbył się w roku 2013. Szczegółowy opis tej konferencji zamieszczono w pierwszym numerze ubiegłorocznego Biuletynu Informacyjnego Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, a artykuły prezentujące omawiane tematy oraz wyniki badania ankietowego z opiniami słuchaczy zostały opublikowane w czasopiśmie Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika pt. *Wszechświat. Pismo Przyrodnicze* w 2013 roku (numery 8–9 i 10–12).

Autorzy kierują zaproszenie do osób zainteresowanych uczestnictwem w Tygodniu Mózgu w przyszłym roku. Planowany program obejmuje spotkania dla dzieci i młodzieży oraz naukową sesję wykładową. Dane kontaktowe są podane na stronach internetowych:

- Oddziału Szczecińskiego: <http://www.szczecin.ptpk.org>,
- Sekcji Nauk o Człowieku: <http://www.hbpl.ptpk.org>
- oraz w zakładkach strony Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Mikołaja Kopernika: <http://www.ptpk.org>.

lek. Michał Skoczylas,

Klinika Patologii Noworodka Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, sekretarz Sekcji Nauk o Człowieku Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika

mgr Ewa Siwiec,

Zakład Biochemii i Żywienia Człowieka Katedry Biochemii i Chemii Medycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, sekretarz Oddziału Szczecińskiego Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika



## Nowości ze świata nauki

### Małpia zabawa a prawa autorskie

Nie tylko ludzie lubią sobie robić „slitfocie”. Fotograf David Slater w 2011 r. podczas swego pobytu na indonezyjskiej wyspie Sulawesi postanowił uwiecznić niezwykle rzadki gatunek makaka czubatego. Wiele zdjęć z tej wyprawy osiągnęło niesamowitą popularność w sieci, a to za sprawą autorki tych fotografii – samicy makaka, która „pożyczyła” aparat od fotografa i zrobiła setki zdjęć, w tym kilka niezwykle udanych autoportretów. Od kiedy zdjęcia trafiły na stronę Wikipedii poświęconą makakom czubatym, David Slater domaga się od Wikimedii usunięcia fotografii z domeny publicznej. Wikimedia argumentuje z kolei, że to makak jest autorem zdjęć, a nie właściciel aparatu.

Zagrożone wyginięciem czarne makaki czubate (*Macaca nigra* syn. *Cynopithecus Niger*) to gatunek endemiczny makaków, występujący niemal wyłącznie na terenie dwóch wysp indonezyjskich – w północnej części Sulawesi oraz na wyspie Pulau Bacan. Kiedy brytyjski fotograf przyrody David Slater dokumentował życie tych ssaków, jedna z samic wykorzystała chwilę nieuwagi i zaczęła się bawić aparatem fotograficznym należącym do Slatera. Większość fotografii była kiepskiej jakości, ale samicy makaka czubatego udało się zrobić także kilka rewelacyjnych zdjęć, w tym to najsłynniejsze, na którym widać roześmianą „fotografkę” pozującą do autoportretu.

Autoportret makaka wzbudził olbrzymie zainteresowanie w mediach i portalach informacyjnych na całym świecie. Problem pojawił się, kiedy zdjęcie zosta-

ło wykorzystane jako ilustracja anglojęzycznej strony Wikipedii poświęconej makakom czubatym. Zdjęcie zostało zakwalifikowane przez Wikimedię jako wolne od praw autorskich i udostępnione w bazie Wikimedia Commons. Baza Wikimedii liczy ponad 22 miliony darmowych fotografii i filmów, które każdy może wykorzystywać w dowolny sposób. Na początku 2012 roku Slater zażądał od Wikimedii usunięcia zdjęcia z domeny publicznej, motywując to faktem, że został pozbawiony przychodów ze zdjęcia, które mu się należą choćby z tytułu kosztów podróży i sprzętu, jakie poniósł w związku z wyprawą do Indonezji. Wikimedia usunęła zdjęcie z bazy, jednak po jakimś czasie trafiło ono ponownie na Wikipedię, oznaczone jako wolne od praw autorskich. Spór fotografa z przedstawicielami Wikimedii rozgorzał na nowo. Wydawcy Wikimedii utrzymują, że Slater nie jest właścicielem praw autorskich, ponieważ zdjęcie zrobił sam makak, a więc to on powinien posiadać pełnię praw autorskich do własnego autoportretu. W ocenie praw autorskich Wikimedia powołuje się na prawo amerykańskie (siedziba Wikimedii mieści się na terenie USA), zgodnie z którym prawa autorskie mogą przysługiwać wyłącznie „osobom”, a więc faktyczny autor zdjęcia – makak – nie może posiadać praw własności autorskiej.

Wikimedia postanowiła rozwiązać konflikt przeprowadzając wśród swojej społeczności głosowanie, co zrobić z autoportretami makaka. Społeczność Wikimedii ma tydzień na podjęcie decyzji, jednak z ankiety



Ryc. 1. Słynny autoportret samicy makaka czubatego wykonany w 2011 r.

Źródło: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/52/Macaca\\_nigra\\_self-portrait.jpg/640px-Macaca\\_nigra\\_self-portrait.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/52/Macaca_nigra_self-portrait.jpg/640px-Macaca_nigra_self-portrait.jpg)

Depešę przygotowała  
**Małgorzata Musialik**  
z Pracowni Przedmiotów  
Przyrodniczych IBE

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



przeprowadzonej przez „The Telegraph” wiadomo, że zdania będą podzielone – 42,5% respondentów uważało, że właścicielem praw do zdjęcia jest David Slater, 41,2% głosowało na makaka, a 16,3% uznało, że zdjęcie nie należy do nikogo i powinno się znaleźć z domenie publicznej. Patrząc na ryc. 2 można się zastanawiać, czy makaki i Slater nie są po prostu „współwłaścicielami” fotografii, więc powinni się dzielić profitami z tantiem. Pan Slater dostawałby je w funtach, a makaki w postaci owoców.

Małgorzata Musialik, PPP IBE

### Literatura

<http://www.telegraph.co.uk/technology/news/11015672/Wikipedia-refuses-to-delete-photo-as-monkey-owns-it.html>  
<http://www.tvn24.pl/ciekawostki-michalki,5/malpa-nacisnela-spust-migawki-ludzie-sie-kloca-o-prawo-do-zdjec,456902.html>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Celebes\\_crested\\_macaque](http://en.wikipedia.org/wiki/Celebes_crested_macaque)  
<http://deser.pl/deser/1,111858,16441292.html>



Ryc. 2. Fotograf David Slater wśród makaków czubatych. Zgadnijcie kto trzyma aparat...

Źródło: <http://static.guim.co.uk/sys-images/Guardian/Pix/pictures/2011/7/5/1309872933278/The-monkey-snaps-a-shot-o-014.jpg>

## Karta pracy

### Zadanie 1. Uzupełnij zdania.

a) Lód

Lód pod wpływem (wyższej/niższej) ..... temperatury otoczenia zmienia swój stan skupienia (szybciej/wolniej) ..... ze stałego na (ciekły/gazowy) ..... Mówimy, że wtedy lód (topnieje/paruje) ..... Lód ..... po powierzchni wody. Świadczy to o tym, że jest (cięższy, lżejszy) ..... od wody w stanie ciekłym.

b) Woda

Woda (ma/nie ma) ..... swojego kształtu. (Przyjmuje/Nie przyjmuje) ..... kształt naczynia, w którym się znajduje. Woda jest cieczą (barwną/bezbarwną) ..... oraz (pachnącą/bez zapachu) ..... Pod wpływem (niskiej/wysokiej) temperatury zmienia ciekły stan skupienia na (stały/gazowy) ....., czyli zamienia się w lód. Proces ten nazywany jest (parowaniem/zamrażaniem) .....

c) Para wodna

Proces zmiany ciekłego stanu skupienia na gazowy nazywa się (skraplanie/parowaniem) ..... Szybkość parowania (zależy/nie zależy) ..... od powierzchni parowania. Po chuchnięciu na lustro pojawiły się na nim (płatki śniegu/krople wody) ....., ponieważ w powietrzu wydychanym znajduje się (lód/ para wodna) ..... Na chłodnym lusterku uległa ona (zamrażnięciu/skropleniu) ..... Stan skupienia wody zależy od (wilgotności/temperatury) ..... otoczenia.

Zadanie 2. Wymień trzy stany skupienia wody i podaj przykłady ich występowania w przyrodzie.

a)

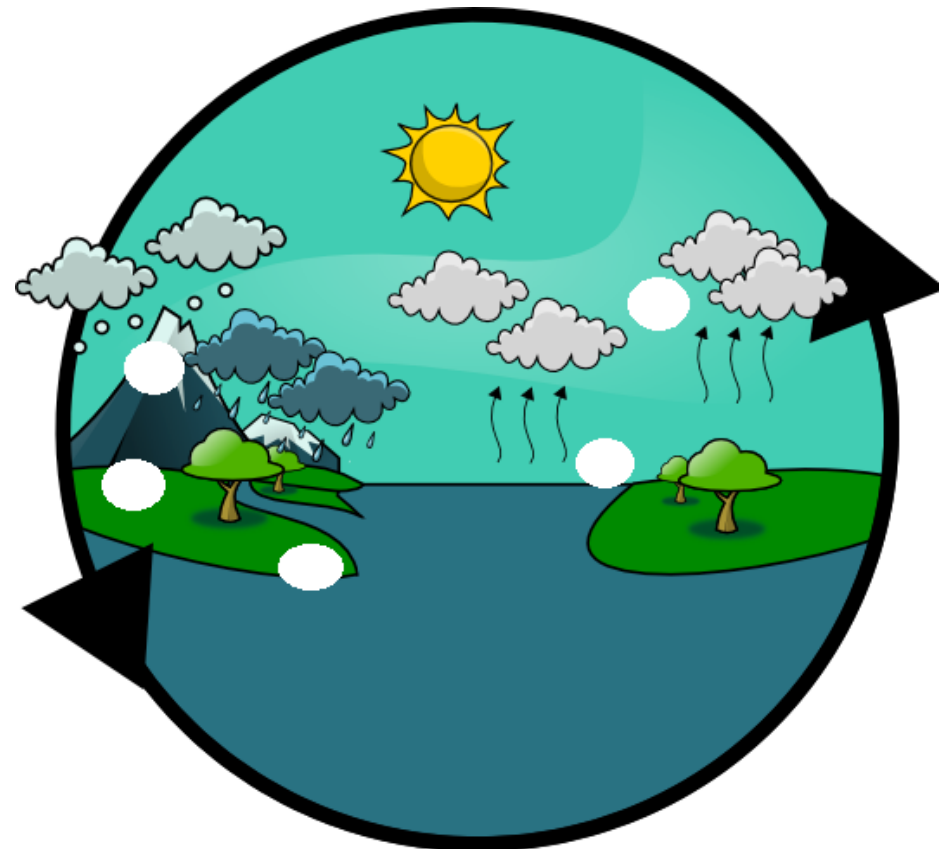
b)

c)

Zadanie 3. Uzupełnij kolejność wpisując w kratki odpowiednie numery od 1 do 5.

- ☐ Woda spada na ziemię w postaci deszczu lub śniegu.
- ☐ Para wodna unosi się znad morza, lasów, pól.
- ☐ Topniejący śnieg spływa z gór.
- ☐ W zetknięciu pary wodnej z zimnym powietrzem tworzą się chmury.
- ☐ Woda wsiąka w ziemię.

Następnie uzupełnij schemat wpisując w białe pola na rysunku odpowiednie numery od 1 do 5.



**Zadanie 4.** Jakie znaczenie ma woda? Wypisz po 3 przykłady.

dla ludzi	dla środowiska	dla gospodarki

**Zadanie 5.** Uzupełnij.

Źródła zanieczyszczenia wody	
naturalne	pochodzące z działalności człowieka

**Zadanie 6.** Sformułuj pytanie badawcze, hipotezę i przeprowadź doświadczenie. Uzupełnij tabelę i odpowiedz na pytania.

Pytanie badawcze: .....

Hipoteza: .....

Codzienne czynności	Użyte detergenty

Co można zaobserwować? Jak wygląda woda zmieszana z środkami chemicznymi?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Czy woda nadal nadaje się do użytku? Uzasadnij.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Jakie wnioski można sformułować na podstawie tego doświadczenia?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## Zadania domowe

**Zadanie 1.** Jakie znasz skutki zanieczyszczenia wody?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**Zadanie 2.** Wymyśl hasło lub wierszyk zachęcający do oszczędzania wody.

.....  
 .....  
 .....

**Zadanie 3.** Wykonaj doświadczenie: wpływ wody na wybrane substancje.

Potrzebne będą:

- 7 szklanek wody,
- łyżeczka,
- łyżeczka soli, cukru, oleju, pieprzu, piasku, mąki.

**Wykonanie doświadczenia.**

**Sformułuj pytanie badawcze:**

.....  
 .....

**Zapisz hipotezę:**

.....  
 .....

1. Do 6 szklanek dodaj po kolei łyżeczkę soli, cukru, oleju, pieprzu, piasku, mąki. Zamieszaj.
2. Siódmą szklankę pozostaw jako próbę kontrolną.
3. Badając wpływ wody na substancje pamiętaj o porównywaniu próby badanej z próbą kontrolną.
4. Uzupełnij tabelę i wyciągnij wnioski.

Cecha wody	Rozpuszczalność w wodzie TAK/NIE	Przezroczystość wody	Zapach wody
Substancja			
Sól			
Cukier			
Olej			
Pieprz			
Piasek			
Mąka			

**Wniosek:** .....  
 .....  
 .....

### Wskazówki:

Rozpuszczalność substancji i barwę wody można zaobserwować, by określić zapach wody należy ją powąchać



## Mokre zagadki

- Zimny, biały z nieba leci,  
bardzo go lubicie dzieci.  
A gdy słońce mocniej grzeje,  
to się woda z niego leje. /śnieg/
- Zwykle się rozlewa, leje,  
czasem jak kamień twardnieje.  
Bez niej trawy usychają,  
a zwierzęta umierają.  
/woda/
- Gdy go długo nie ma  
wszyscy narzekają,  
a gdy przyjdzie, pod parasol  
przed nim się chowają. /deszcz/
- Mieszkam wysoko na niebie,  
ale na Ziemi, tam w dole,  
gdy tylko mnie zobaczą  
chwytają za parasole.  
/chmura/
- Ma na dnie piasek albo kamienie.  
Do morza spieszy wciąż nieustrudzenie. /rzeka/
- Wprawdzie woda – lecz nie woda.  
Przypnij łyżwy, rękę podaj!  
Po tej wodzie – lecz nie wodzie,  
będziemy się ślizgać co dzień. /lód/
- Rankiem srebrzy się na łące  
Potem wysuszy ją słońce. /rosa/
- Kropelki wody na głowy padają.  
Wszyscy przed nimi pod dach uciekają. /deszcz/
- Gdy spadnie po raz pierwszy,  
świat robi się bielszy.  
Wyciągamy narty, sanki,  
dzieci lepić chcą bałwanki. /śnieg/
- Służy do picia, służy do mycia,  
bez niej na Ziemi nie byłoby życia. /woda/
- Gdzie jest woda tak czysta i chłodna?  
Wiadro po nią się spuszcza aż do dna. /studnia/

- Rośnie głową w dół, zimą nie latem,  
nie w polu, ale pod okapem.  
Gdy słońce mocniej przygrzeje  
to z żalu ciurkiem łzy leje. /sopel lodowy/
- Na szybach w oknie zimą, nie wiosną,  
dziwne paprocie i kwiaty rosną.  
Takie są gęste, srebrne, leciuchne.  
Chcę świat zobaczyć, to na nie chuchnę. /szron/

## Ankieta ewaluacyjna

Wyraź swoją opinię na temat atmosfery, jaka panowała podczas zajęć, poruszanego tematu oraz pracy w grupach stawiając kropkę w miejscu, który odzwierciedla Twój nastrój podczas zajęć.

	Atmosfera podczas zajęć	Temat zajęć	Praca w parach
			
			
			
			

## Biologia – praca z mikroskopem

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

### Zadanie

W tabeli wymieniono trzy rady dotyczące posługiwania się szkolnym mikroskopem. Oceń, które z nich są właściwe.

	Rada	Czy jest właściwa?
1.	Jeśli obraz oglądanego obiektu jest zbyt mały, należy pokręcić śrubą, aby unieść stolik z preparatem, zbliżając go do obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Jeśli obraz oglądanego obiektu nie mieści się w polu widzenia, należy użyć obiektywu o mniejszym powiększeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Jeśli obraz jest nieostry, należy kręcić śrubą do momentu, aż stolik znajdzie się w odpowiedniej odległości od obiektywu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

## Chemia – przepis na musujące kule do kąpieli

### Zadanie

Studenci chemii na stronie internetowej swojego koła naukowego opublikowali przepis na musujące kule do kąpieli, które można wykonać samodzielnie w domu.

Do wykonania kul potrzebne są:

- 1 szklanka sody oczyszczonej,
- pół szklanki kwasu cytrynowego,
- pół szklanki skrobi kukurydzianej,
- wyciąg z nagietka,
- 1 łyżeczka olejku pomarańczowego,
- 2 łyżki stołowe suszonych kwiatów nagietka,
- spirytus do spryskiwania kul.

na podstawie: [www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html](http://www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html)

Przeanalizuj skład musujących kul do kąpieli, a następnie zdecyduj, czy stwierdzenia dotyczące ich roli są prawdziwe, czy fałszywe.

	Stwierdzenia dotyczące roli składników kul	Prawda czy fałsz?
1.	Efekt powstawania bąbelków po wrzuceniu kuli do wody zapewnia reakcja między sodą oczyszczoną i kwasem cytrynowym.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2.	Efekt aromatyczny kuli zapewniają olejki oraz wyciągi z kwiatów.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3.	Otrzymane w ten sposób musujące kule do kąpieli należy zabezpieczyć przed wilgocią.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

### Zadanie

Studenci chemii na stronie internetowej swojego koła naukowego opublikowali przepis na musujące kule do kąpieli, które można wykonać samodzielnie w domu.

Do wykonania kul potrzebne są:

- 1 szklanka sody oczyszczonej,
- pół szklanki kwasu cytrynowego,
- pół szklanki skrobi kukurydzianej,
- wyciąg z nagietka,
- 1 łyżeczka olejku pomarańczowego,
- 2 łyżki stołowe suszonych kwiatów nagietka,
- spirytus do spryskiwania kul.

na podstawie: [www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html](http://www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html)

Przeanalizuj skład musujących kul do kąpieli, a następnie zdecyduj, czy stwierdzenia dotyczące ich roli są prawdziwe, czy fałszywe.

	Stwierdzenia dotyczące roli składników kul	Prawda czy fałsz?
1.	Efekt powstawania bąbelków po wrzuceniu kuli do wody zapewnia reakcja między sodą oczyszczoną i kwasem cytrynowym.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2.	Efekt aromatyczny kuli zapewniają olejki oraz wyciągi z kwiatów.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3.	Otrzymane w ten sposób musujące kule do kąpieli należy zabezpieczyć przed wilgocią.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

### Zadanie

Studenci chemii na stronie internetowej swojego koła naukowego opublikowali przepis na musujące kule do kąpieli, które można wykonać samodzielnie w domu.

Do wykonania kul potrzebne są:

- 1 szklanka sody oczyszczonej,
- pół szklanki kwasu cytrynowego,
- pół szklanki skrobi kukurydzianej,
- wyciąg z nagietka,
- 1 łyżeczka olejku pomarańczowego,
- 2 łyżki stołowe suszonych kwiatów nagietka,
- spirytus do spryskiwania kul.

na podstawie: [www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html](http://www.bioaktywni.umcs.lublin.pl/dzia-alno--.html)

Przeanalizuj skład musujących kul do kąpieli, a następnie zdecyduj, czy stwierdzenia dotyczące ich roli są prawdziwe, czy fałszywe.

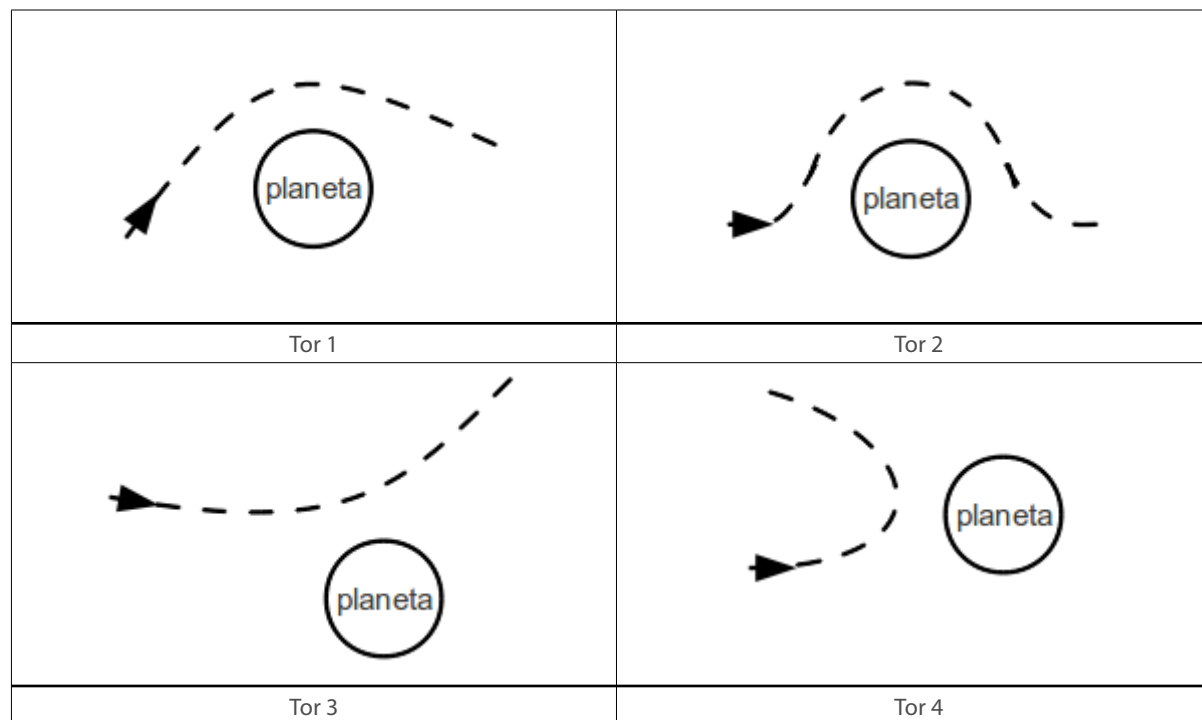
	Stwierdzenia dotyczące roli składników kul	Prawda czy fałsz?
1.	Efekt powstawania bąbelków po wrzuceniu kuli do wody zapewnia reakcja między sodą oczyszczoną i kwasem cytrynowym.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2.	Efekt aromatyczny kuli zapewniają olejki oraz wyciągi z kwiatów.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3.	Otrzymane w ten sposób musujące kule do kąpieli należy zabezpieczyć przed wilgocią.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

# Fizyka – Statek kosmiczny

## Zadanie

W jednym ze znanych seriali science-fiction załoga statku kosmicznego w momencie zbliżania się do planety wyłączyła silniki. Janek, próbując sobie wyobrazić tory statku, narysował następujące sytuacje:

Zadecyduj, które z narysowanych torów są zgodne z prawami fizyki.



Źródło: własne

Tor	Zgodny czy niezgodny z prawami fizyki?
1.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input type="checkbox"/> Niezgodny
2.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input type="checkbox"/> Niezgodny
3.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input type="checkbox"/> Niezgodny
4.	<input type="checkbox"/> Zgodny / <input type="checkbox"/> Niezgodny



## Geografia – Bornholm

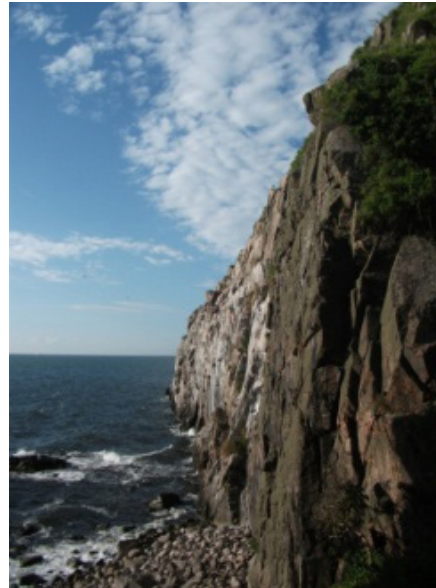
### Zadanie

Bornholm jest duńską wyspą na Morzu Bałtyckim. Do jej atrakcji należą skaliste wybrzeża na północnym zachodzie wyspy (fot. 1) oraz wzgórze Madsebakke (fot. 2).

**Które czynniki rzeźbotwórcze zadecydowały o obecnym wyglądzie skalistych atrakcji wyspy Bornholm? Wskaż po jednym czynniku rzeźbotwórczym, zaznaczając odpowiednie miejsca w tabeli.**

- A – działalność morza,
- B – działalność wiatru,
- C – działalność lądolodu,
- D – działalność rzeki

	Atrakcja turystyczna	Czynnik rzeźbotwórczy
1.	Zachodnie wybrzeże	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D
2.	Wzgórze Madsebakke	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D



Fot. 1.  
Północno-  
zachodnie  
wybrzeże  
Bornholmu

Fot.: Justyna  
Żmijewska



Fot. 2. Wzgórze Madsebakke

Fot.: Justyna Żmijewska

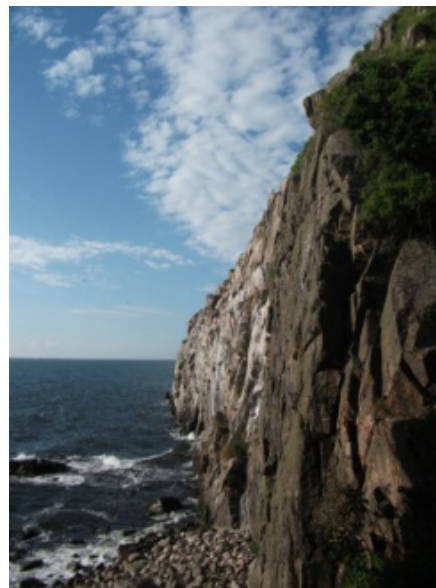
### Zadanie

Bornholm jest duńską wyspą na Morzu Bałtyckim. Do jej atrakcji należą skaliste wybrzeża na północnym zachodzie wyspy (fot. 1) oraz wzgórze Madsebakke (fot. 2).

**Które czynniki rzeźbotwórcze zadecydowały o obecnym wyglądzie skalistych atrakcji wyspy Bornholm? Wskaż po jednym czynniku rzeźbotwórczym, zaznaczając odpowiednie miejsca w tabeli.**

- A – działalność morza,
- B – działalność wiatru,
- C – działalność lądolodu,
- D – działalność rzeki

	Atrakcja turystyczna	Czynnik rzeźbotwórczy
1.	Zachodnie wybrzeże	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D
2.	Wzgórze Madsebakke	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C / <input type="checkbox"/> D



Fot. 1.  
Północno-  
zachodnie  
wybrzeże  
Bornholmu

Fot.: Justyna  
Żmijewska



Fot. 2. Wzgórze Madsebakke

Fot.: Justyna Żmijewska